

17,10

Forelesninger

om

# GRØFTING

ved

Norges Landbrukshøgskole

av

dosent Erling Harildstad

1952

UNIVERSITETSFORLAGET

Oslo 1960

JAN VÅGE

Forelesninger

om

# GRØFTING

ved

Norges Landbrukshøgskole

av

dosent Erling Harildstad

1952

UNIVERSITETSFORLAGET

Oslo 1960

## I N N H O L D

	Side
I. Innledning .....	1
II. Historiske opplysninger .....	1
III. Behovet for grøfting i Norge .....	3
IV. Kort oversikt over nedbørforholdene .....	6
V. Vatnet i jorda .....	7
VI. Vatnets strømning i jorda .....	15
A. Betingelsen for strømning, samt noen særegne grunnvasstrømmer .....	15
B. Darcys sats .....	15
C. Jordas gjennomtrengelighet for vatn .....	17
D. Strømning i grøftet, ensartet gjennomtrengelig jord .....	20
1. Grunnvasspeilet .....	20
a. Coldings teori .....	21
b. Merls teori .....	22
c. Rothe m. fl. ....	22
2. Vatnets strømning til ledningene (homogen jord) .....	23
E. Strømning i grøftet, uensartet gjennomtrengelig jord .....	25
VII. Måling av grunnvasstanden, grunnvassbevegelsene og jordas gjennomtrengelighet for vatn .....	27
A. Grunnvasstanden .....	27
B. Grunnvassbevegelsen .....	29
C. Gjennomtrengeligheten for vatn .....	30
VIII. Faktorer som virker på sigevassmengden og grunnvasstanden .....	33
IX. Bestemmelse av sigevassmengden .....	37
A. Måling av grøftevassmengder .....	38
B. Lysimeterforsøk .....	39
C. Elvenes vassføring .....	41
X. Luftstrømning i grøftet jord .....	42
XI. Jordfuktighetens innflytelse på jordtemperaturen og telen .....	44
XII. Ulemper av for rå jord .....	48
XIII. Virkningen av forskjellig grunnvasstand på vekst og avling .....	50
A. Danske forsøk .....	51
B. Finske " .....	52
C. Svenske " .....	54

	Side
XIV. Grøfteavstanden .....	60
A. Faktorer som har betydning for den optimale grøfteavstanden .....	60
B. Forskjellige metoder til å bestemme grønneavstanden .....	63
1. Coldings formel .....	63
2. Normalgrøfteavstand etter jordas kornstørrelse .....	64
3. Grøfteforsøk som rettledning om grønneavstanden .....	69
4. Skjønsmessig bestemmelse av grønneavstanden .....	82
XV. Grøftedjupet .....	87
XVI. Åpne kontra lukte grøfter i detaljgrøfting .....	94
XVII. Lukte grøfter .....	96
1. Steingrøfter .....	97
2. Tregrøfter .....	99
3. Torvgrøfter .....	100
4. Torpedogrøfting eller tubulering .....	101
5. Rørgøfter .....	103
6. Vatnets innstrømming i rørledninger .....	108
7. Materialtransport i rørledninger .....	112
8. Dimensjoneringsgrunnlaget for rørgøfter .....	114
a. Rørledningers kapasitet .....	115
b. Avløpstallet i detaljgrøfting .....	118
9. Om dimensjoneringsarbeidet .....	125
10. Fallet i rørgøftene .....	133
XVIII. Grøfteprosjektet .....	135
A. Den direkte metode .....	136
B. Den fullstendige metode .....	137
1. Forberedende arbeider .....	137
a. Befaring .....	137
b. Om årsak og virkning .....	137
c. Oppmåling og nivellering .....	142
2. Planløsningen .....	145
a. Forskjellige spørsmål .....	145
b. Grøftekartet .....	158
c. Beskrivelse .....	159
d. Kostnadsoverslaget .....	160
e. Grøfteprosjektet og terrenget .....	162
3. Utstikning av grøfter .....	162

	Side
XIX. Grøftearbeidet .....	167
1. Høvelig tid for grøfting .....	167
2. Gravearbeidet .....	167
a. Håndgraving .....	167
b. Maskingraving .....	171
3. Rørlegging .....	178
4. Grøftekryssene .....	179
5. Grusing eller annen dekking av rørledningen .....	181
6. Kontroll av grøftearbeidet .....	181
7. Gjenfylling av grøftene .....	182
8. Arbeidsmengder ved grøfting .....	183
XX. Særlige tilfelle ved grøfting .....	186
XXI. Grøftenes vedlikehold og tilsyn .....	193
XXII. Grøftingens lønnsomhet .....	195
XXIII. Litteraturliste .....	198

## I. INNLEDNING.

Fra eldgammel tid og til i dag har det i større og mindre utstrekning vært menneskenes mål å gjøre seg til herre over kulturjordas fuktighetsforhold. Alt etter jordarts-, klima- og topografiske forhold kunne det bli spørsmål om å lede bort skadelig vatn, tørrlegging, eller å tilføre vatn i kritiske tørrperioder, vatning. I forbindelse med disse primære oppgaver ble det så utført senkingsarbeider, regulering av sjøer og vassdrag, samt bygging av demninger som beskyttelse mot flom eller for å skaffe nødvendig vassmagasin.

Dersom en innskrenker seg til å betrakte forholdene i den tempererte og kalde sone, vil en nok kunne si at tørrlegging er den framherskende vassregulering i dyrket og dyrkbar jord.

Metodene for jordas tørrlegging er ikke de samme overalt. Selv over et så relativt begrenset område som de nordiske land, Norge, Sverige, Danmark og Finnland, vil en finne at i hvert land er det spesielle forhold ved jordart, klima og topografi som betinger metodenes særegne utforming.

Også innen vårt land vil vi av de samme grunner finne tilsvarende variasjon, spesielt når det gjelder detaljgrøfting.

Begrepet "tørrlegging", også brukt i Lov om vassdragene av 14. mars 1940, omfatter egentlig to slags reguleringsarbeider, nemlig graving av hovedavløp, kanalisering, og detaljgrøfting. Hovedavløpene har til oppgave å lede vatnet bort fra området og skal således muliggjøre påfølgende detaljgrøfting.

## II. HISTORISKE OPPLYSNINGER.

Den kulturtekniske vassbyggingskunst stod på et etter tida høyt nivå alt i de eldste historiske tider blant kulturfolk i Asia og Afrika. I floddalen omkring Eufkrat og Tigris var det noen tusen år f. Kr. utført omfattende vatnings- og kanaliseringsanlegg av assyrerne og babylonerne. Klimaet i disse strøk er varmt og ytterst regnfattig. Jorda lir derfor mest av vassmangel. Under snøsmelting og regn i tilgrensende høyland stiger vatnet i de store floder og gir derved utstrakte oversvømmelser. I våre dager ligger store deler av landet enten som ørken p.g.a. vassmangel eller som sumper fordi kanalene blir forsømt.

Som eksempel på gamle anlegg kan nevnes at kong Nebukadnezar lot grave en ca. 600 km lang kanal, Pallakopas, gjennom sumpene ved flodens munning. Men i november hvert år måtte en sperre denne kanalen for å kunne

holde ved like vasstanden i de tallrike vatningskanaler mellom Eufrat og Tigris.

Også i Egypt var jordbruket avhengig av omfattende vassbyggingsanlegg til vern mot oversvømmelse og for utnyttelse av flodvatnet som førte mye næringsrikt slam. Kulturens blomstringstid her var ca. 2000 år f. Kr. En har funnet levninger av demninger, sluser og kanaler for regulering og fordeling av Nilens årlige oversvømmelser, samt kunstferdige magasiner, dammer, til oppsamling av nilvatn for senere vatning.

I Europas gamle kulturland var den kulturtekniske vassbygging også høyt utviklet; men på et vesentlig senere tidspunkt. De eldste spor finner en i Hellas. Senere i utviklingen var Italia og Spania.

Et av de mest kjente arbeider er tørrleggingen av Kopaissjøen i Hellas ved hjelp av to tunnelganger som ble hugget gjennom fjellet ut mot havet. En er ikke enig om tidspunktet for dette arbeid. Kanalene ble ikke vedlikeholdt og var ute av funksjon i lengre tid. Men omkring 300 år f. Kr. skaffet Aleksander den Store nytt avløp for sjøen, og da vatnet sank, fant en ruiner av fire byer på sjøbotnen.

Det var mest åpne grøfter og kanaler som ble nyttet, men også lukte grøfter må være brukt langt tilbake i tida. Som ledningsmateriale i grøftene ble brukt stein, grus og faskiner. Men en romersk forfatter, Palladius, omkring år 250 e. Kr., forteller at det ble laget drenerør av brent leire. Formen var konisk, slik at de kunne skyves litt inn i hverandre. I Allatri, sydøst for Rom, har en funnet eldgamle drenerør av slike rør. Av disse funn synes også å framgå at de måtte ha vært klare over tverrgrøftingens fordeler framfor langsgrøfting.

I middelalderen ble det stagnasjon i arbeidet med vassregulering. De gamle byggverker forfalt delvis; noe nytt hører en sjelden tale om. Unntatt fra dette er marsklandskapene i Danmark, Tyskland og Holland. I det 9. og 10. årh. begynte en her med omfattende demningsanlegg til beskyttelse mot havet. Men ellers ble grøfteteksten fullstendig glemt i middelalderen og dukket først opp igjen i den nyere tid, særlig i Frankrike.

Omkring år 1600 anbefaler franskmannen Olivier de Serres 4 fot djupe grøfter av hensyn til avskjæring av vassårer og grunnsig. Ellers skriver han om lukte grøfter og samling av dem i grøftesystem. Begrepet grøftesystem er her omtalt for første gang.

Systematisk grøfting fikk hurtig utbredelse over Europa fra 1840-årene. De mer moderne prinsipper for grøfting av kulturjord er særlig utformet i England. Dette er naturlig nok, idet klimaet for det meste er rått. Jorda er ofte stiv og tett leirjord. Den systematiske grøfting med

parallele grøfter ble her innført i 1830-40 årene. Her begynte en også først å bruke teglrør som ledningsmateriale. Men det ble ingen fart i grøftetekunsten før spørsmålet om maskinell framstilling av sylindriske teglrør var løst i 1844. Fra England bredte grøftetekunsten seg raskt til andre land, f. eks. hit til landet og til Sverige omkring 1850.

På Vestlandet og i Telemark samt på noen andre steder, var lukte grøfter en del i bruk fra tida omkring 1750 og utover. Grøftene ble steinsatt med øye, 1-2 alen djupe.

I 1850 årene ble det påbegynt og til dels fullført en rekke statsunderstøttede senkings- og uttappingsarbeider her i landet. Til slike arbeider i landbrukets tjeneste har det vært bevilget statsbidrag helt fra 1850 årene, men med vekslende beløp.

Systematisk grøfting ble det særlig tatt hånd om fra Selskapet for Norges Vels side. Selskapets første reiseagronom begynte sin virksomhet i 1852 med å planlegge systematisk grøfting på en del foregangsbruk i Akershus. En brukte 3 fot djupe grøfter med 10-36 fots avstand. Som lukningsmateriale bruktes småstein. De første teglrør ble tilvirket her i landet i 1851-53. De hadde eggformet tverrsnitt med 1 - 1¼" åpning. Om skjøtene la en muffe.

Fra omkring 1854 hadde Selskapet for Norges Vel såkalte drenmostre i virksomhet. Enkelte fylker hadde egne sådanne, f. eks. Nord-Trøndelag og Sogn og Fjordane. Men fra 1866 begynte staten å ansette landbruksingeniører, og Selskapet for Norges Vel fant det ikke lenger nødvendig å holde egne funksjonærer for grøftearbeidet i distriktene.

En del av de eldste anleggene viste seg å være lite holdbare. Dette gjorde at en fikk mistro til rørene. Åpne grøfter ble derfor brukt med ikke altfor store mellomrom. Den dårlige holdbarhet skyldtes nok at en ofte brukte for små og for dårlig brante rør.

Først i 1880 årene ble en hos oss klar over at rørgøftene alene godt kunne greie tørrlegging av jorda under Østlandets nedbørsforhold. Fra den tid begynte en å legge igjen de åpne grøftene fra de eldste grøftesystemene.

### III. BEHOVET FOR GRØFTING I NORGE.

Jordbrukstellinga av 1949 viser hvordan situasjonen for tida er.

Arealet av dyrket jord i rikets bygder på bruk med over 5 dekar var 8125000 dekar. Av dette ble 1648000 dekar eller 20.3 % oppgitt å trenge grøfting, som helt eller delvis manglet.



I 1939 var tilsvarende dyrket areal 8242030 dekar, men av dette var 1407347 dekar karakterisert som utilstrekkelig grøftet.

Ifølge tellinga av 1949 er det i siste 10-årsperioden gravd 36.8 mill. meter grøft. Skogsgrofter, veggrofter o. likn. skulle ikke reknes med. Av fylkene kommer Østfold høyest med vel 5 mill. meter, der- nest Nord-Trøndelag, Vestfold, Nordland og Rogaland med mellom 3.5 og 3 mill. meter.

Arealet i dekar av vassjuk dyrket jord er oppgitt etter skjønn av den enkelte jordbruker. Imidlertid er det sannsynlig at jordbrukerne på forskjellige steder og til forskjellige tider ikke vil legge det samme i uttrykkene vassjuk - og dyrket jord. De individuelle definisjoner er ulike og vil være påvirket av de naturlige vilkår for plantedyrkinga og den aktuelle driftsmåten på hvert sted. Selve arealene er også i stor utstrekning satt etter skjønn, idet jorda i relativt få tilfelle er nøyaktig oppmålt.

Tallene for arealet vassjuk dyrket jord kan derfor ikke oppfattes som absolutte tall, etter en bestemt definisjon av begrepet, men mer som et relativt uttrykk for grøftebehovet etter de krav som jordbrukerne gjennomsnittlig satte på vedkommende tidspunkt.

Kulturbeite og beite på naturlig eng er ikke tatt med. Om en her antar samme prosent vassjukt areal som for dyrket mark, blir det ca. 97600 dekar vassjukt beite. Det totale vassjunkte jordbruksareal skulle således bli omkring 1.75 mill. dekar.

Følgende oversikt viser hvor stor prosentdel av dyrket jord som i 1949 ble regnet som for lite grøftet i de forskjellige fylker og landsdeler:

Østfold.....	42.3 %	} 24 %
Vestfold.....	34.9 "	
Akershus.....	27.8 "	
Telemark.....	21.5 "	
Buskerud.....	17.4 "	
Hedmark.....	12.5 "	
Oppland.....	9.2 "	
Vest-Agder.....	14.1 %	} 14,4 %
Aust-Agder.....	14.8 "	
Rogaland.....	13.0 %	} 13,7 %
Hordaland.....	13.4 "	
Sogn og Fjordane.....	11.5 "	
Møre og Romsdal.....	16.2 "	

Sør-Trøndelag.....	17.0 %	} 18.7 %
Nord-Trøndelag.....	20.3 "	
Nordland.....	19.2 %	} 18.0 %
Troms.....	16.0 "	
Finnmark.....	16.2 "	

Det viser seg at omkring halvparten av det vassjuke areal ligger i de 5 førstnevnte fylkene, og over 40 % i de 3 fylkene ved Oslofjorden. I Østfold og Vestfold er det omkring tredjeparten av all dyrket jord som trenger mer grøfting.

Tellinga viser ellers at storparten av det vassjuke areal ligger i leirjordsstrøkene. Dette er særlig de sydøstlige slettebygder på Østlandet, kystbygdene i Agder-fylkene, kystbygdene, de ytre fjordbygder og bygdene ved Trondheimsfjorden i Trøndelag. I disse strøk er det relativt flat og tett jord, sammenlignet med jorda i de andre jordbruksområder i samme landsdel. De nevnte strøk har også noe større nedbør enn det gjennomsnittlige for disse landsdelene; unntatt fra dette er Agderfylkene, hvor nedbøren er større i mellombygdene enn i kystbygdene.

Ellers er det også en del vassjuk leirjord i Jærens slettebygder, i kystbygdene, fjord- og dalbygder i Nord-Norge.

På Vestlandet er det områdene med størst nedbør som også har mest vassjuk dyrket jord, og det samme gjelder for Nord-Norge. I begge disse landsdeler, og også i Agder, er det vassjuke areal mest myrjord. Ellers finner en mye vassjuk myrjord i skogs-, dal- og fjellbygder på Østlandet og i Trøndelag.

En ser ellers av oversikten at tallene for Vestlandet ligger relativt lågt, til tross for den store nedbør. For en del henger dette sammen med at mineraljorda her for det meste er lett gjennomtrengelig for vatn, og dertil er terrenget bakket. Men det har sikkert noe å si at en relativt større del av jorda ligger til eng, og at kravet til grøfting derfor er mindre enn på flatbygdene med mer åpen åker. I det hele er det sikkert nok at grensen mellom jord som trenger grøfting og jord som ikke trenger grøfting trekkes forskjellig i de ulike landsdeler. Som før nevnt, må resultatet av slik telling bedømmes ut fra denne forutsetning.

Minst vassjuk dyrket jord er det i dal- og fjellbygdene på Østlandet. Det er naturlig at dette ofte skyldes den lettere jord og bakket terreng, samt at nedbøren er mindre her enn mange steder ellers i landet.

IV. KORT OVERSIKT OVER NEDBØRSFORHOLDENE.

Norge strekker seg over ikke mindre enn 13 breddegrader. Som kjent er det lang kystlinje og utstrakte høyfjellispartier. Det er derfor naturlig at nedbørforholdene blir høyst forskjellige.

Det er størst nedbør i de områder hvor havklimaet er framherskende og hvor den nedbørførende vind for det meste er vestlig og sør-vestlig, nemlig vestenfor Langfjellene fra og med Jotunheimen og sørover, samt i Nordland.

Innlandsklimaet gjør seg mest gjeldende øst for Langfjellene og sør for Dovre. Nedbøren som her følger vesentlig med østlig og sør-østlig vind, er betydelig mindre.

Over store deler av landet faller en betydelig del av årsnedbøren i form av snø som først under snøsmeltinga utover våren og sommeren kommer til vassdragene.

I følgende oversikt er tallene årnormal 1901-1930 i mm.

Östlandet	Tynset	Dombås	Övre Rendal	Engerdal	Trysil	Rena	Flisa	Sarpsborg	Ås	Mjøystad (Hamar)	Lillehammer	Biri	Østre Toten	Vang i Valdres	Hesbyen	Mocum	Ulefoss
	340	422	446	328	718	730	624	719	793	515	732	732	573	501	453	718	894
Sörlandet	Fyrisdal I	Fyrisdal II	Grimstad	Kristiansand S.	Valle (Setesdal)	Mandal	Åseral	Lista	Flekkefjord	Egersund							
	1088	891	1153	1297	895	1331	1594	1050	1768	1426							
Vestlandet	Skudesnes	Send	Ullensvang	Bergen	Voss	Kvitingen	Lærdal	Förde	Florö - Kinn	Nordfjordeid	Opstryn						
	1221	2010	1634	2145	1376	3120	444	2171	2171	1852	991						

Møre og Trøndelag																				
Ålesund																				
1239	1161	1380	1271	1350	1187	912	700	711	764	699	1121	795	926	812	732	1344				
Nordland																				
Brønnøysund	Hattfjellådal	Mosjøen	Bodø I	Sulitjelma	Grötö	Fagernes	Svolver													
1086	874	1493	852	998	868	438	1680	993												
Trons og Finnmark																				
Andenes	Harstad	Moen (Målselv)	Inset (Målselv)	Tromsø I	Alta	Kistrand	Tana	Sør-Varanger												
808	713	606	280	940	298	400	466	348												

### V. VATNET I JORDA.

Ulike former av jordvatn.

Grøftene har til oppgave å lede bort overflødig vatn. De "suger" ikke vatnet til seg, men det strømmer inn i ledningene under trykk, som skriver seg fra tyngdekraftens innvirkning. Vatn som strømmer under tyngdens påvirkning, er fritt vatn. Det øvrige vatn i jorda påvirkes av sterkere krefter enn tyngdekraften og i motsatt retning. Dette vatn kommer ikke til grøftene og har derfor mindre direkte interesse for grøftelæren. Sett fra grøftelærens synspunkt skulle det derfor synes tilstrekkelig bare å skille mellom to typer av jordvatn: fritt og bundet.

Når det gjelder plantenes vassforsyning, kunne en også forenkle forholdet betraktelig ved bare å tale om vatn som er nyttbart og vatn som ikke er nyttbart for plantene.

Imidlertid er det også andre kategorier av jordvatn som indirekte har en viss interesse. I grøftelæren blir derfor, som i jordlæren, jordvatnet delt i grupper etter de krefter som virker på det. Men termi-

nologien har vært uklar. Forslag til samnordisk betegnelse og inndeling i overensstemmelse med det internasjonale er lagt fram av en komité innen jordlæreseksjonen i N. J. F. (Ekström 1938).

Denne inndeling er i hovedsaken den samme som tidligere brukt i forelesningene om grøfting (Ødelien). Dette var følgende:

- | I. Bundet vatn.          | II. Fritt vatn.   |
|--------------------------|-------------------|
| 1. Kjemisk bundet vatn.  | 1. Overflatevatn. |
| 2. Fysisk bundet vatn.   | 2. Sigevatn.      |
| a. Hygroskopisk vatn.    | 3. Grunnvatn.     |
| b. Kapillær vatn.        |                   |
| 3. Mekanisk bundet vatn. |                   |

Vi antar at et visst jordvolum senkes ned i vatn slik at samtlige porer og hulheter blir vassfylte. Deretter plasseres jordvolumet på et for vatn gjennomtrengelig underlag, f. eks. netting. En del av vatnet i jordmassen renner vekk. Dette er fritt vatn. Det øvrige holdes tilbake, bindes av forskjellige krefter, og sammenfattes under begrepet bundet vatn. Det bundne vatn vil i naturen bare delvis forsvinne ved direkte fordamning eller ved plantenes konsum.

Jordas vassinnhold ansees som gunstigst for plantene når alt fritt vatn og dessuten 20 å 40 % av det bundne vatnet er fjernet fra rotsonen. Når det gjelder myr, skal den gunstigste råmetilstand under vårarbeidet og i såtida være ved et vassinnhold av 60-70 vektprosent i grasmyr og 70-80 vektprosent i mosemyr (iflg. forsøk ved Svenska Mosskulturforeningen). Det blir da oppgaven ved all tørrlegging å få fjernet det frie vatnet i jorda. Det øvrige kan en altså ikke få bort på denne måten.

Kjemisk bundet vatn, krystallvatn, fjernes først etter langvarig og intens glødning. Det har ingen betydning for vekstene og er uten interesse for grøftelæren.

Hygroskopisk vatn. Dette har ingen direkte betydning for plantenes vassforsyning. Det er meget sterkt bundet av krefter som en mener er dels av elektrostatisk, dels av osmotisk natur. Dets betydning for grøftelæren ligger i at en ved hjelp av en formel mente (Breitenbach) å kunne beregne grøfteavstanden som en funksjon av jordas hygroskopisitet ( $W_h$ ). Grunntanken var den at det hygroskopiske vatnet praktisk talt bare skulle være bundet til jordpartiklernes overflate. I så fall skulle hygroskopisiteten kunne betraktes som et mål for jordas spesifikke eller indre overflate. Dermed hadde en også et tilnærmet mål for mineraljordas korn-

størrelse og et indirekte mål på dens gjennomtrengelighet for vatn. Imidlertid er senere funnet at det hygroskopiske vatnet ikke behøver å være bundet direkte til kolloidpartiklens overflate. En del av dette vatnet synes nemlig å være bundet til jonsvermen i jordvæsken. Da blir hygroskopisiteten delvis en funksjon av jonsvermens sammensetning, og således et mindre godt mål for jordas indre overflate.

Kapillærvatnet fins i jordas finere porer og står under innflytelse av adsorpsjonskreftene og overflatespenningen. Denne siste kraft ytrer seg, som kjent, ved at enhver vassflate har tendens til kontraksjon. Kapillærvatnet omgir de enkelte jordpartikler eller aggregater som en tynn vassfilm utenpå det adsorptivt bundne vatnet. Det er ingen naturlig grense mellom disse to formene av bundet vatn.

Mellomrommene mellom jordpartiklene kan betraktes som kapillære, men dog uregelmessige rør. Kapillærvatnet vil her kunne bevege seg i alle retninger uavhengig av tyngdekraften, fra våte til tørrere steder. Mengden av kapillært vatn i ei jord vil bero på vassfilmens tykkelse, begrenset bl. a. av overflatespenningen, jordpartiklens - og dermed porenes størrelse, samt muligheten for å få erstattet nedenfra det som ledes vekk. Vassmagasinet blir her grunnvatnet, som således må finnes på et rimelig djup.

Like over grunnvatnet er de større porer også vassfylte; men luftinnholdet i jorda tiltar oppover slik at øverst vil bare de finere kapillærer være vassfylte. Den kapillære vassmengden blir derfor størst nederst, og en taler også om grunnvatnets kapillærsoner her. Kapillariteten i porene over grunnvatnet ytrer seg som en sugevirkning, idet trykket i kapillærvatnet (og i bundet vatn i det hele) er mindre enn atmosfæretrykket. Dette undertrykket i kapillærvatnet tiltar oppover fra grunnvatnet mot tørrere jord.

Hvilken betydning den kapillære vassledning har for plantenes vassforsyning, beror på stighøyden og stighastigheten.

Den kapillære stighøyden er omvendt proporsjonal med porenes diameter, og blir således avhengig av partikkelstørrelsen og jordas struktur. Videre har det vist seg at stigningen oppover går sikrest om porene er jevngrove, eller om de blir finere og finere regnet nedenfra og oppover. Er forholdet omvendt, vatnet går oppover fra finere til grovre porer, kan den kapillære vassbevegelsen så godt som stanse ved overgangen til de større porer, dvs. ved overgangen f. eks. til et grussjikt i ellers finkornet jord.

Den kapillære stighastigheten følger andre lover og motvirkes av de forhold som beforder stighøyden.

Jo finere jordpartiklene er, og jo mer enkeltkornsstrukturen er framherskende, desto finere blir også porene i jorda. Men jo finere porene er, desto større blir motstanden for den kapillære vassbevegelsen. Bl. a. kan den største del av porevatnet bli bundet av elektrostatiske og osmotiske krefter. Følgen blir derfor mindre kapillær stigehastighet jo finere jordporene er.

Det er utført mange eksperimentelle undersøkelser over den kapillære stigehøyden og -hastigheten. Her skal bare refereres noen resultater funnet av svensken Atterberg.

Tabell 1.

Kornstørrelse i mm	Den kapillære stigehøyde i mm i tiden					Jordart
	1 døgn	2 døgn	8 døgn	18 døgn	30 døgn	
0.001-0.002	55	-	-	-	-	Leir
0.01 -0.02	480	920	1.930	2.090	2.450	Mjele
0.02 -0.05	1.150	1.360	1.660	1.770	1.800	Støvsand (finmo)
0.05 -0.10	530	570	850	970	1.000	Mo
2 - 5	22	24	-	-	-	Fingrus

I leir er for øvrig observert store stigehøyder, men stigehastigheten er for liten.

Betydningen av den kapillære stigningen er størst i jord med midlere partikkelstørrelse, f. eks. mjele. Her er stigehastigheten så stor at den kan kompensere fordunstningen fra overflaten. Samtidig er også stigehøyden såpass at en kan regne med vasstransport fra noe djupere lag.

Det ser ellers ut til at en tidligere har overvurdert betydningen av den kapillære vasstransport. En mente at denne hadde stor betydning, særlig i leirjord, idet en ikke tok tilstrekkelig hensyn til stigehastigheten. Dessuten vil målinger av jords kapillære vasstransport i laboratoriet vanskelig kunne overføres direkte på forholdene i marken.

En nyere oppfatning går ut på at det er planterøttene som oppsøker vatnet i jorda, og ikke omvendt, som tidligere antatt. Planterøttene vil ikke vokse helt ned i grunnvatnet, men stopper opp i den nevnte grunnvatnets kapillærsoner, hvor stigehastigheten er stor nok. Dersom grunnvatnet ikke ligger djupere enn omkring 1 m når vassforbruket er størst, og jorda er lett gjennomtrengelig for planterøttene, skulle grunnvatnet og den kapillære vasstransport et lite stykke opp fra det således kunne bety noe for plantenes vassforsyning. Men synker grunnvatnet meget djupt tidlig på

sommeren, og undergrunnen er lite gjennomtrengelig for røttene, skulle plantene således bare ha til disposisjon den vassmengde som om våren fins i rotsonen + veksttidens nedbør.

Svenske undersøkelser tyder på at plantene pumper opp store vassmengder og senker derved grunnvatnet sterkt. I samme jord, leirjord med permanent sprekkdannelse, holdt grunnvatnet seg på relativt lite djup, omkring 70-80 cm, på brakkmærk. Men hvor det var sådd hvete, lå grunnvatnet mye djupere, 1.50-2.0 m, på samme tid ut på sommeren. En fant også hveterøtter som gikk 1.50 m eller djupere ned. Her kan ellers nevnes at denne leirjorda bare var grøftet med relativt grunne, åpne grøfter i ca. 130 m avstand.

Tyske undersøkelser (Laatsch 1940) viste at 2 måneder etterat hveten var høstet, og vassforbruket fra de djupere jordlag således opphørt, hadde fuktighetsforholdene i jorda ikke jevnet seg ut til tross for stor forskjell i jordlagenes vassinnhold og at jorda var lett gjennomtrengelig (tysk svartjord).

Det hevdes derfor at det alene er nedbøren om høsten og vinteren som skal sørge for denne utjevning og således fylle de uttørrede jordlag.

Mekanisk bundet vatn defineres som vatn innesluttet i større, ikke kapillære porer i jorda. Dette kan særlig være tilfelle i torvjord og da mest i yngre kvitmosetorv. Det ble foreslått å kalle dette vatn for innesluttet grunnvatn (Ekström).

Overflatevatnet er fritt vatn oppå jorda, enten i bevegelse eller stillestående. Det forekommer som regel bare temporært, etter sterkt regn eller under og etter snøsmelting om våren. Ved vanlig drenering tenker en ofte ikke så mye på overflatevatnet, men stoler på at det skal synke ned og fram til dremsledningene. Imidlertid er det av stor betydning ved tørrlegging å sørge for rase bortledning av dette vatnet, fortrinnsvis i dalsøkk med lite gjennomtrengelig jord. I strøk med innlandsklima kan en jo ha store snømengder som om våren smelter i løpet av relativt kort tid. Dette øker kravet til godt avløp for overflatevatnet.

Sigevatn kommer fra den del av nedbøren som synker ned i djupere jordlag.

Det går særlig i de større porer og hulrom.

Grunnvatn er vatn som fyller alle porer og hulrom i jorda. Når sigevatnet synker ned og treffer på ugjennomtrengelig lag, fjell, eller lite gjennomtrengelige jordlag, f. eks. tett leire, demmes det opp og fyller alle porer. Derved dannes grunnvatnet. Dersom en f. eks. med et jordbor lager et hull



ned til fjellet eller til det tette jordlaget, vil vatnet etter kort tid stille seg på et visst nivå i hullet. Avstanden fra jordoverflaten og til det frie vasspeilet i hullet kaller en grunnvasstanden. Denne vassflaten i borchullet tenker en seg også fortsetter i selve jordmassen, og den kalles vanlig grunnvasspeilet.

Når en i alminnelighet taler om grunnvasstanden, tenker en seg avstanden fra jordoverflaten og ned til grunnvasspeilet.

Det tør være klart at grunnvasspeilet ikke er noe vasspeil i egentlig forstand, særlig i finkornete jordarter, hvor de fleste porer er kapillære. Men en får tenke seg at det danner en grensesone mellom jord som er helt vassmettet og jord som inneholder både vatn og luft i porene. Denne grensesone, grunnvasspeilet, er ellers karakterisert ved at her er vasstrykket lik atmosfærens trykk. Nedenfor grunnvasspeilet er vasstrykket større, ovenfor avtar det. Da jordlag ikke er absolutt ugjennomtrengelige for vatn, vil vassbevegelsen kunne fortsette nedover, men svakere gjennom det vasstansende jordlag, om avløpsforholdene ellers ikke hindrer det. Er det i jorda flere sjikt med større og mindre gjennomtrengelighet, kan oppdemningen gjentas, slik at en får flere av hverandre uavhengige grunnvasspeil i forskjellig høyde.

Som eksempel på dette kan nevnes at ved boring etter vatn i omegnen av Königsberg fant en 9 av hverandre uavhengige grunnvasstrømmer, dvs. 9 etasjer. Den djupeste lå på krittformasjonen i 300 m djup. Vatnet var her sterkt saltholdig; men i den nest nederste grunnvasstrøm var det godt drikkevatt. Den øverste grunnvasstrøm lå i alluvialsand hvor vatnet var forurenset av organiske bestanddelor.

Svensken Flodkvist skiller mellom to typer av grunnvatn, nemlig temporært og permanent grunnvatn. Temporært grunnvatn oppstår ofte i matjordlaget etter sterk nedbør og snøsmelting når grunnen like under matjorda er lite gjennomtrengelig. Når vasstilførselen stopper, forsvinner dette slags grunnvatn relativt fort ved at det fordunster, renner av til siden eller synker ned i jorda. Den del av dette vatnet som synker ned, går over til permanent grunnvatn. Dette dannes altså på vanlig måte, ved infiltrasjon.

Det skulle synes selvsagt at grunnvatnet blir til ved at en del av nedbøren siger ned gjennom jorda (infiltrasjonsteorien). Imidlertid er det enkelte som har hatt og har andre meninger.

Tyskerne Volger og Mezger mente således at grunnvatnet dannes ved kondensering av vassdamp som kommer ned i jorda, enten ved luftstrømmer (Volger), eller p.g.a. damptrykket (Mezger) som gjør at vassdampen, som andre gasser, vil prøve å jevne ut trykkforskjellene. Da både damp-

trykk og metningspunkt er lågere jo lågere temperaturen er, blir det bare når jorda er kaldere enn lufta ovenfor at det kan komme vatn ned i jorda på denne måten.

Slike prosesser foregår nok i jorda, og de kan visstnok ha noen betydning i tørt klima. Latham fant at mengden av kondensvatn i jorda utgjorde bare 7.5 mm i middel for 30 år, men med variasjon fra 2.4 til 32.9 mm i de enkelte år. Sammenliknet med nedbøren kan ikke dette ha noen praktisk betydning i humid klima.

Det gjensidige mengdeforhold mellom fritt og bundet vatn i ei ganske vassfylt jord veksler under forskjellige forhold og beror på flere faktorer. I første linje innvirker jordas kornstørrelse. Jo mindre demer, desto større del av vatnet blir bundet av elektrostatiske, osmotiske og kapillære krefter. Dette kommer av at den totale overflate pr. volumenet jord tiltar når kornstørrelsen avtar. Mengden av kapillærvatn øker også når porene blir noe mindre, men flere. Har jorda dertil enkeltkornstruktur, fører avtakende kornstørrelse til at jordas absolutte mengde av fritt vatn blir mindre og kan gå helt ned til 0.

I ei stiv leire, f. eks. blåleire, så fuktig at den sveller tilstrækkelig, ligger de enkelte partikler så tett sammen at mellomrommene blir meget små eller ingen. Det er påvist at vatnets bevegelse i slik jord praktisk talt er borte.

I myr, slik den ligger i naturtilstanden, vil innholdet av vatn dreie seg om ca. 90 vektprosent. Ved grøfting kan en f. eks. oppnå å få innhold av vatn ned i 80 vektprosent. Disse tallene tyder på at det i myr er relativt lite fritt vatn. Dette er nærmere undersøkt av Malmström som tok ut 17 prøver à 12 liter fra myr i naturlig lagring. Resultatet framgår av nedenstående tabell:

Tabell 2.

Torvslag	H. etter von Post's skala	Torvprøvens vekt i lufttørr tilstand, kg	Hengsel kapillært og kolloid kjemisk bundet vatn pr. prøve å 12 liter, kg	Forholdet mellom torvprøvens vekt i vassmettet og lufttørr tilstand
Starr-kvitmosetorv	2	0.718	10.682	14.88
"	2	0.891	10.679	12.00
Bjønskjegg-kvitmosetorv	2	0.815	11.355	13.94
- " -	2-3	1.010	11.040	10.93
- " -	3	1.188	10.902	9.20
- " -	5	1.325	11.405	8.57
- " -	6	1.530	10.930	7.53
Kvitmosetorv ( <i>Sphagnum fuscum</i> )	3	0.996	11.374	11.42
- " -	3-4	1.021	11.009	10.78
- " -	4-5	1.428	11.152	7.82
- " -	6	1.368	10.552	7.89
Starrtorv	3	1.057	10.073	10.12
Dytorv	8-9	1.854	10.291	5.53
"	8-9	1.961	10.269	5.24
"	8-9	2.226	10.524	4.73
"	9	2.232	10.108	4.58
"	9	2.435	10.302	4.21

Som en ser er det store vassmengder som er kapillært og kolloid-kjemisk bundet. Lite omdannet kvitmosetorv har størst vassholdende evne. I alminnelighet er det bare en mindre del av vatnet i myrjorda som er fritt og direkte kan fjernes ved grøfting.

Forsøk av Lende-Njaa tyder på det samme. Han fant at visningspunktet lå atskillig høyere for mosemyr enn for grasmyr. På kvitmosemyr visnet plantene ved et vassinhold av 77 vektprosent, mens de på grasmyr visnet først ved et vassinhold av 44 vektprosent. Denne jorda var arbeidd, men pakket slik at lagringa ble mest mulig naturlig. Tallene er uttrykk for at grasmyrtorv ikke holder så sterkt på vatnet som mosemyr, men kan likevel sies å ha bedre evne til å magasinere nedbørsvatn. Dette blir uttrykt ved den s.k. regnkapasitet, som er differansen mellom den fulle vasskapasitet og visningspunktet. Følgende tall gir eksempel på hvordan vasskapasitet, visningspunkt og regnkapasitet, uttrykt i mm regnhøyde, kan stille seg for noen jordarter (e. Simon Johansen).

Tabell 3.

	Myrjord	Stiv leire	Lettere leire	Sandholdig leire	Leirholdig sand	Sand
Vasskapasitet	990	655	500	350	330	190
Visningspunkt	470	410	290	180	110	55
Regnkapasitet (beregnet) til 1.6 m djup	520	245	210	170	220	135
Regnkapasitet til 0.8 m, direkte bestemt	288	145	113	103	121	74

Det nyttbare vassmagasin kan være omkring 4 ganger så stort i myrjord som i sandjord og også betydelig større enn i leirjordartene. Men det betyr likevel ikke at all myrjord under samme klimatiske forhold bør grøftes like sterkt. Både forsøk og erfaring har vist at særlig mosemyr kan grøftes for sterkt.

## VI. VATNETS STRØMNING I JORDA.

### A. Betingelsen for strømming, samt noen særegne grunnvasstrømmer.

Det frie vatn fra overflaten, som sig ned i jorda under tyngdens påvirkning, har vanlig liten hastighet p.g.a. motstanden. Bare i grovkornet sand og i grus vil porene være så store at en kan rekne med å få vasshastighet svarende til turbulent strømming.

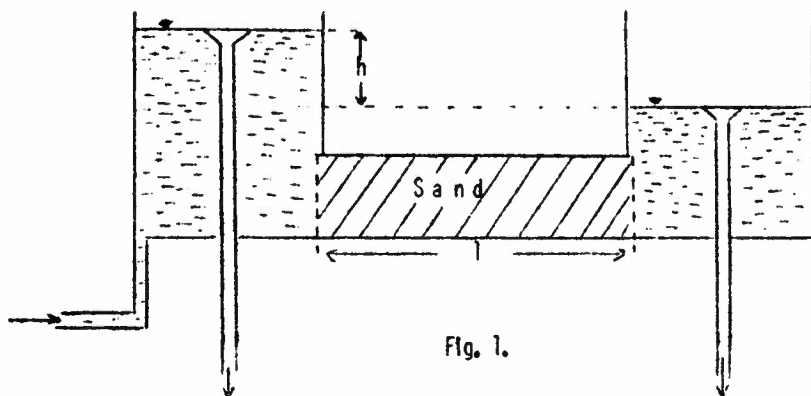
Grunnvatnets strømming gir et stadig trykktap. For å få bevegelse må det derfor til enhver tid eksistere en viss trykkdifferens. Herav følger at om grunnvasspeilet er horisontalt, blir det ingen bevegelse, uten at det hersker overtrykk, som i en trykkvassledning. Ellers må grunnvasspeilet enten være skråttliggende eller hvelvet for å skaffe de trykkdifferanser som sammen med jordas motstand i første rekke bestemmer bevegelsen.

Som nevnt vil sigevatnet før eller senere danne grunnvatn. Dette forekommer dels som stillestående, dels som strømmende grunnvatn. Strømmingen skjer i retning av vasspeilets fall, og vil derfor bero på terrenget og det vasstansende jordlag eller fjellet. Når et vasstansende jordlag med overliggende vassførende lag kommer fram i overflaten, blir det her et råere parti, vassig eller grunnsig.

I lagdelt jord kan grunnvasstrømmen også bli innesluttet mellom to vasstansende lag, slik at vatnet kan få et visst overtrykk. Ved boring vil vatnet trykkes opp i eller ut av borhullene (artesiske brønn).

Eller vasstrømmen kan være begrenset også til sidene, som vassårer. Kommer disse fram i dagen, får en oppkomme.

### B. Darcys sats.



De klassiske forsøk over relasjonen mellom trykk og strømmingshastighet i en vasstrøm i jord, ble utført av den franske ingeniøren H. Darcy omkring midten av forrige århundre (1856).

Han arbeidet med sand og hans apparatur var i prinsippet som fig.1 viser, forrige side.

Vatnet føres inn i den ene beholder fra en ledning med tilstrekkelig kapasitet. I den andre beholderen er vassnivået lågere. Av trykkdifferansen, høydeforskjellen  $h$ , trykkes vatnet gjennom sandfilteret og ut i den andre beholderen. Ved hjelp av overflomsrørene her, eller en annen innretning, holdes vasstanden i karrene konstant og dermed også overtrykket.

Darcy utførte et stort antall forsøk med flere trykkehøyder  $h$ , med forskjellige lengder  $l$  på jordsøylen, samt med ulik kornstørrelse og pakking av sanden. Det er alminnelig oppfatning at Darcy var den første som studerte sammenhengen mellom trykk og vassbevegelse i jord. Resultatet uttrykkes i en formel som derfor etter ham kalles Darcys sats:

$$v = k \frac{h}{l}$$

$v$  er vatnets hastighet i sandlaget og  $k$  er en strømningskoeffisient som særlig beror på jorda, men også på vatnet.

Det framgår av formelen at  $v$  er direkte proporsjonal med høydeforskjellen  $h$ , og omvendt proporsjonal med jordlagets lengde eller tykkelse,  $l$ . Men kvotienten  $\frac{h}{l}$  er det samme som trykkfall pr. lengdeenhet, altså lik  $I$ , og  $v = k \cdot I$ , eller vasshastigheten  $v$  er direkte proporsjonal med fallet. Til sammenlikning kan vi nevne en vanlig formel, Shezys formel, for vasshastigheten i rørledninger og kanaler:  $v = c\sqrt{RI}$ , hvor  $v$  er proporsjonal med kvadratroten av fallet.

Darcys sats er grunnpillaren i en del ulike teorier for vatnets strømning i grøftet jord. Andre forskere (f.eks. Smreker, 1914) har gjort innvendinger mot Darcys sats, men hittil er den ikke erstattet med noen formel som har større almengyldighet. Den ansees derfor og brukes framdeles som grunnpillaren i den analytiske behandling av vassbevegelsen i grøftet jord.

Imidlertid er det klart at Darcys sats har sin begrensning. Tallrike forsøk har således vist at den i første rekke gjelder for små trykkdifferanser, dvs. lite fall og derav følgende liten vasshastighet.

Nyere undersøkelser av svensken Lindquist (1933) angir også en bestemt grense for formelens gyldighet.

Konklusjonen er at Darcys sats ikke bør brukes uten videre så snart produktet av vatnets gjennomsnittshastighet i cm/sek og jordas partikkeldiameter i mm overstiger 0,5.

Vanlig er det finkornet jord som best trenger grøfting og som også helst blir grøftet. I slik jord antar en strømmingen som laminar, vasshastigheten er meget liten. Det er derfor mindre fare for at en i denne forbindelse skal komme opp mot den kritiske grenseverdi.

C. Jordas gjennomtrengelighet for vatn.

Størrelsen av koeffisienten  $k$  i Darcys sats er proporsjonal med jordas gjennomtrengelighet for vatn. Jo større gjennomtrengeligheten er, desto større blir  $k$ .  $k$  varierer derfor sterkt med jordarten, og for jord med ens kornstørrelse blir  $k$  større jo større partiklene er. Dersom jorda har forskjellig kornstørrelse, innvirker mengdeforholdet mellom de ulike kornstørrelser. I jord med større innhold av kolloid substans, er kolloidenes egenskaper av betydning. Sammenfokkende joner forstørrer gjennomtrengeligheten for vatn, mens dispergerende joner virker i motsatt retning. Videre vil jordas struktur i dette tilfelle ha stor betydning. Med enkeltkornstruktur vil  $k$  kunne ha meget liten verdi, men den øker når jorda påvirkes ved uttørking, frost eller bearbeiding.

Tidligere er nevnt at vatnet også spiller en rolle for størrelsen av  $k$ . Dette henger sammen med vatnets viskositet. Således er funnet at  $k$  er omvendt proporsjonal med viskositeten. Men viskositeten er igjen en funksjon av vatnets temperatur. Ifølge Poiseuille (1843) er relasjonen følgende:

$$\text{Viskositeten, } \eta = \frac{0,00001814}{1 + 0,0537T + 0,00022T^2}$$

hvor  $T$  er temperaturen i Celsius-grader. Etter dette blir temperaturens innflytelse på strømningskastigheten at denne endrer seg ca. 3 % for hver grad C temperaturendring.

Strømningskoeffisienten  $k$  bestemmes eksperimentelt. Vanlig benevning er cm/sek. Nedenfor gjengis en tabell etter G. Ekstrøm (1941), hvor  $k$  for oversiktens skyld er omregnet til cm/time.

Tabell 4. Strømningskoeffisienten  $k$  for noen jordarter. Temperatur 20° C.

Jordart	$k$ cm/time	
	Variasjon mellom	Middel
Grus	560 - 70	400
Grovsand	508 - 12	250
Sand	434 - 7	120
Mellensand	30 - 2	10
Ofullstændigt sorterat grus och sand	3 - 0,1	1,0
Grovmo	(0,9 - 0,7)	0,8
Finmo	(0,07 - 0,03)	0,05
Mörångrus	0,14 - 0,003	0,05
Mörånsand	0,06 - 0,0003	0,007
Svagt lerig mjåla	0,0008 - 0,0003	0,0006
Svagt lerig morånsand	0,0006 - 0,0001	0,0003
Moranlätt-lera, sandig	-	0,0001
Mo- och mjållera	0,0006 - 0,0001	0,0004
Mellanlera	0,0006 - 0,00006	0,0002
Styv lera	-	0,00007
Mycket styv lera	(0,000009-0,000005)	0,000007

Som en ser, er det stor variasjon i vassbevegelsen, fra ca. 135 m/døgn i grus til ca. 0.001 mm/døgn i meget stiv leire.

For myrjord minker gjennomtrengeligheten med formoldingsgraden, men beror ellers mye på strukturen i naturlig lagret myr. Strukturen er igjen bestemt av torvas opprinnelsesmateriale og omdannelse. Noen tall gjengis etter Malmstrøm:

Tabell 5.

Torvslag	Omdannelsesgrad, H	Gjennomrunne vatn, liter pr.time	
		I høyderetning	I sideretning
Starr-kvitmosetorv	2	27,60	-
Bjønnkjegg-kvitmosetorv	2	5,49	29,40
Kvitmosetorv	3	12,30	59,40
"	4-5	2,52	7,56
"	6	1,00	0,54
"	7	0,24	0,24
Torvdy (fettorv)	8-9	0,15	0,13
Torvdy (fettorv)	9	0,016	0,036

Lite formoldet kvitmosetorv er relativt lett gjennomtrengelig, noe mer i sideretning enn i høyderetning. Grasmyr er gjerne tettere. Brenntorvmyr, særlig s.k. fettorv, kan være så godt som ugjennomtrengelig, men her kan innhold av røtter spille en viss rolle. Forsøk av Hasund viser bl.a. dette. Hasund målte vassledningsevnen i meter pr. døgn til følgende:

Nesten frisk kvitmosetorv.....	6,620 - 10,080 m
Litt formoldet kvitmosetorv.....	2,225 - 2,683 "
Brunet kvitmosetorv med tynne mørke lag.....	0,300 - 0,890 "
Fast grasmyr (uten brenntorv).....	0,662 - 2,317 "
Fettorv med mørke bjørkerøtter i.....	0,261 - 0,891 "
Fettorv uten røtter.....	0 - 0,043 "

En må rekne med at ei myrs gjennomtrengelighet vil endres noe, når myra blir kultivert. Lett gjennomtrengelige torvslag kan etter hvert som de formolder, bli tettere og mindre gjennomtrengelige. Er ei myr sterkt omdannet ved oppdyrkinga, kan den ved tørking og ~~svinn~~ danne sprækker og således bli lettere gjennomtrengelig med tida.

Dansken Westermann (1909) viste hvilken betydning strukturen har for leirjordas vedkommende. For ei leirjord i naturlig lagring og dyrket i ca. 40 år etter grøfting var k ca. 3,1 m/døgn. Men for samme jord etter arbeidning og pakking i våt tilstand i et sylindrisk kar fant han k ca. 2 cm/døgn.

Hvor stor vassmengde ei leirjord slipper gjennom i ei viss tid, beror også på to andre faktorer, nemlig dens fuktighetsgrad og graden av sprekkdannelse.

Således har en funnet (de Geer og Sahlström) at leirjord, alminnelig ansett som minst gjennomtrengelig for vann, i uttørket tilstand er den mest gjennomtrengelige jordart, sogar enda mer enn grus. Jorda skrumper ved uttørking og sprekker opp, særlig vertikalt. En skiller her mellom temporær og permanent sprekkdannelse. Leirjord med permanent sprekkdannelse har relativt lite behov for detaljgrøfting. Den er selvdrenerende i stor utstrekning. Foruten slike sprekker vil ganger etter røtter, metemark o. likn. spille en stor rolle. Som uttrykk for effekten av disse her nevnte forhold, kan nevnes at svensken Simon Johansson for leirjord fant ca. 10 ganger større gjennomtrengelighet i vertikal retning enn horisontalt. Flodkvist (1931) har vist ved forsøk i marken at leirjorda er mye tettere om høsten etter langvarig regn enn om våren kort tid etterat telen er borte.

Det gjennomsnittlige resultat av 15 forsøk, utført i trakten om Ørebro, var følgende:

Tabell 6.

	Vatnets synkehastighet	
	Relativtall	m/døgn
Jord i naturlig lagring, 2 m fra grøft, i novbr.	1,5	0,07
Omgravd jord i grøfta, i november	100	4,57
Jord i naturlig lagring, 2 m fra grøft, i mai	7,0	0,72
Omgravd jord i grøfta, i mai	100	10,12

Som en ser, har omgravd jord i grøftene her betydelig større gjennomtrengelighet enn jorda utenom.

Av sine forsøk trekker Flodkvist også den konklusjon at undergrunnens gjennomtrengelighet ikke alltid er avgjørende for den vassmengde som raskt kommer fram til drensledningene. Når undergrunnen er meget tett, har en kunnet konstatere at vatnet beveger seg i det relativt løse, gjennomtrengelige matjordlaget, altså hovedsakelig i horisontal retning, fram til grøftene, hvor det relativt raskt synker ned til drensledningene. Denne større gjennomtrengelighet i den omgravde grøftejorda synes å kunne holde seg i mange år etter grøftinga. På et av forsøksstedene med stiv leirjord i undergrunnen, og jorda grøftet for 48 år siden, var gjennomtrengeligheten i fast undergrunn, når den i omgravd grøftejord settes = 100, 1,3 om høsten og 2,1 om våren.



At den omgravde leirjord i grøftene over ledningene er lettere gjennomtrengelig enn jorda ellers, viser seg også ved at jorda over grøftene etter noen få tørkedager om våren får lysere farge. Jorda mellom grøftene holder seg lenger rå og gjennomfuktig med mørkere fargetone på grunn av det temporære grunnvatn som holder seg ei tid og beveger seg i matjordlaget.

Senere undersøkelser i Sverige (Y. Gustafsson 1946) har bekreftet ovenfornevnte forhold. Det er funnet at den omgravde jord rett over dremsledningene har større volumprosent luftfylte porer enn jorda ved siden av grøftene. Dette er konstatert like etter en synkevassperiode, og forklares ved dannelsen av jordkonkresjoner, når jorda graves om.

Når det gjelder mojord og mjele, har en i disse siste forsøk ikke kunnet finne større gjennomtrengelighet for vatn i omgravd grøftejord enn i naturlig lagret jord. Med utgangspunkt i nevnte antakelse om konkresjonsdannelse i leirjord, kan forholdet, når det gjelder mojord og mjele, forklares ved at i disse jordarter får en ikke tilsvarende konkresjoner fordi de mangler sammenkittende substans.

#### D. Strømning i grøftet, ensartet gjennomtrengelig jord.

Tabell 4 viser at gjennomtrengeligheten varierer ikke bare mellom jordartene, men også betydelig innenfor samme jordart. Det er bl.a. jordas pakking i større eller mindre grad som virker inn. Vanlig vil jorda som følge av arbeidning o.likn., være løsere nærmer overflaten enn i undergrunnen, og gjennomtrengeligheten er størst i de øvre soner. Men under visse forhold kan dog ei bestemt jords gjennomtrengelighet antas å være ganske ensartet på ulike djup. Dette er først og fremst tilfelle med sand-, mo- og mjelejord, men også i visse organogene jordarter kan det antas å holde stikk. Forutsetningen må jo være at jorda som sådan er mest mulig homogen.

##### 1. Grunnvasspeilet.

Som utgangspunkt kan vi tenke oss ei horisontal jordflate hvor jorda er helt vassmettet, til tross for at det fins dremsledninger på et visst djup. Dette kan godt være tilfelle om våren under snøsmelting, særlig når grøftemunningen er tettet av snø og is. Da er også grunnvatnets overflate horisontal. Det er likevekt. Men når vatnet begynner å renne vekk gjennom dremsledningene, blir likevekten forstyrret. Vatnet synker først unna like over ledningen, men senkningen forplanter seg etterhvert utover. Grunnvasspeilet er ikke lenger horisontalt, men danner en eller annen kurve, grunnvassbuen, i tverrsnittet. (Fig. 2).

I mange land er det utført vasstansmålinger for å finne grunnvassspeilets stilling og form. Av disse undersøkelser framgår det at grunnvassspeilet mellom to parallelle ledninger vanlig er en kurve med maksimum, høyeste punkt, midt mellom dreinsledningene. Det forekommer imidlertid store avvikelser. Således kan det godt hende at grunnvassspeilet, f.eks. i vegetasjonstida, ligger djupest midt imellom ledningene. Disse avvikelser oppstår av flere grunner: jorda er ikke homogen, uregelmessig forekomst av sprekker, rot- og markkanaler, vegetasjonen er ikke like kraftig utviklet, tar derfor ikke opp like mye vatn på alle plasser, grøftene avbryter den kapillære ledning nedenfra osv.

Som eksempel på den teoretiske, analytiske framgangsmåte for å finne grunnvassbuens forløp, skal nevnes noen av de alminneligste teorier.

a. Coldings teori (1872)

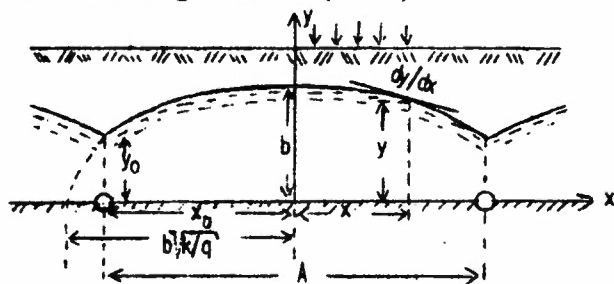


Fig. 2.

Her forutsettes at ledningene ligger med fallet og på et lite gjennomtrengelig jordlag. I fig. 2 er x-aksen lagt gjennom og vinkelrett på ledningene, y-aksen midt imellom dem. Det forutsettes altså at vatnet skal strømme til ledningen

bare ovenfra og fra siden. Videre at vassmengden  $q$  synker fra overflaten og ned til grunnvatnet. I avstanden  $x$  fra ørigo legges et snitt  $y$  (parallelt med ledningen). Det forutsettes da at vatnet bare strømmer vinkelrett på dette snittet med hastigheten ifølge Darcys sats lik  $-k \frac{dy}{dx}$ . Her er  $\frac{dy}{dx}$  grunnvassspeilets helling i forhold til horisontalplanet i punktet  $(x,y)$ . Det negative fortegn betegner trykk-komponenten i en bestemt retning i rommet (en vektor), her i  $x$ -retningen. Vassmengden som vil renne gjennom snittet  $y$  pr. lengdeenhet, blir lik  $-y k \frac{dy}{dx}$ . Samme vassmengden som også må komme ovenfra gjennom flaten  $x \cdot 1$ , er lik  $q \cdot x$ .

Da blir  $qx = -y k \frac{dy}{dx}$  eller  $qxdx = -k y dy$

Ved integrasjon får en:  $q \frac{x^2}{2} = -k \frac{y^2}{2} + c$

For  $x = 0$  er  $y = b$ .

Da blir  $c = \frac{kb^2}{2}$

$$qx^2 + ky^2 = kb^2; \quad \frac{qx^2}{kb^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad \text{eller} \quad \frac{x^2}{\frac{kb^2}{q}} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Dette er likninga for en ellipse med halvaksene  $b\sqrt{k/q}$  og  $b$ , dens sentrum er origo i figuren.

Forutsetningene for beregninga vil sjelden være godt nok oppfylt under naturlige forhold. Bl.a. har senere undersøkelser vist at vatnet like godt kan strømme inn i ledningene nedenfra som fra siden og ovenfra.

b. Merl (1890) var den neste som arbeidet med dette i forbindelse med spørsmålet langsgrøfting kontra tverrgrøfting.

Merl gikk ut fra at hver ledningsfuge tok vatnet fra jorda over seg, slik at grunnvasspeilet ble bortimot traktformet. Jordvolumet, som ble drenert fra hver fuge, skulle derfor bli tilnærmet kjegleformet (kjeg- lens topp i fugen), a, fig. 3.

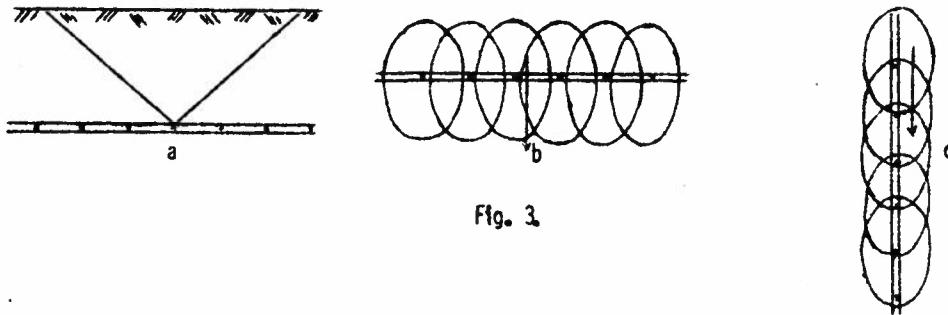


Fig. 3

Kjeglens grunnflate, som er en del av jordoverflaten, blir sirkelformet når jorda er horisontal, men ellipse når overflaten er skrånende. Når en i siste tilfelle la grøftene i fallets retning (langsgrøfting), fig. 3, c, ville de tørrlegge mindre område enn når de ble lagt tvers over fallet (tverrgrøfting), fig. 3, b. Av denne grunn anbefalte Merl tverrgrøfting framfor langsgrøfting. Mot denne teorien kan det gjøres innvendinger, men om den ikke er riktig, så har den iallfall bidratt sterkt til at en ved århundreskiftet mer og mer gikk over fra langsgrøfting og til tverrgrøfting.

c. Rothe (1924, 1930) gikk ut fra omtrent de samme betraktninger som Colding og kom også til liknende resultat, nemlig at grunnvassflaten mellom to parallelle ledninger skulle være en del av en ellipseflate.

Andre forskere (f.eks. Spøttle, 1911), mente at grunnvassbuen skulle være mer i retning av parabelformet. Var dette tilfelle, ble grunnvasspeilet nærmest takformet midt imellom ledningene.

At grunnvassbuen må bli en kurve som faller sterkere jo nærmere ledningen en kommer, vil en se av følgende betraktning.

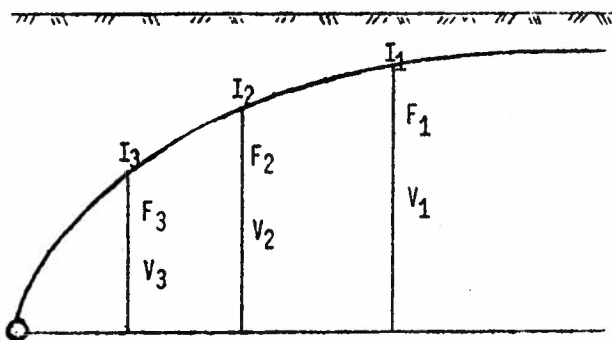


Fig. 4.

Vi tenker oss snittene  $F_1$ ,  $F_2$  og  $F_3$  parallelt ledningen, og tar bare hensyn til vatn som kommer gjennom disse snittene fra siden av ledningen. Vasshastigheten er henholdsvis  $V_1$ ,  $V_2$  og  $V_3$ .

Da vassmengden er konstant, og snittflatenes areal avtar mot ledningen, må vasshastigheten

øke i samme retning. Men dermed øker også strømningsmotstanden. For å overvinne denne økende motstand trengs det da større og større trykkdifferanser. Følgelig må grunnvassspeilets fall tilta mot drensledningen.

$$\text{Vi har at } F_1 > F_2 > F_3$$

$$\text{Da } Q \text{ er konstant, må } V_3 > V_2 > V_1$$

Ifølge Darcys sats er  $v = k \frac{dy}{dx} = k \cdot I$ , hvor  $I$  er det relative fall, også bare kalt fallet, på grunnvassspeilet.  $\frac{dy}{dx}$  er vinkelkoeffisienten til tangenten i punktet  $(x, y)$  på grunnvassbuen. Da vi forutsetter homogen jord, betraktes  $k$  som konstant.

$$\text{Skal } V_3 > V_2 > V_1, \text{ må } \underline{I_3 > I_2 > I_1}$$

Grunnvassmålinger har ellers vist at vasspeilet er brattere i nærheten av ledningene i tett jord enn i lettere jord. Den finkornete, tette jord gir større strømningsmotstand, og derfor kreves det større trykkdifferanser, større fall, for å gi vatnet nødvendig hastighet.

## 2. Vatnets strømning til ledningene (homogen jord).

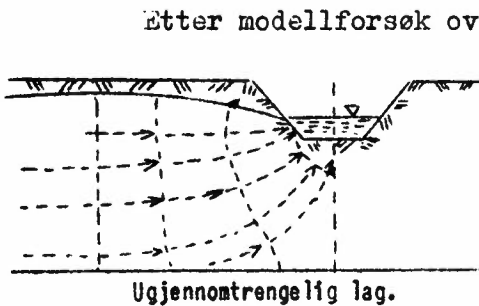


Fig. 5.

Etter modellforsøk over vatnets strømning til en brønn (Oestens 1879) har en antatt at strømmingen fra jordoverflaten til ledningen foregikk i bueformete baner. Likeså at en del av vatnet, før det kom til ledningen, måtte passere et nivå lågere enn denne. Disse antakelser er senere støttet av modellforsøk og feltundersøkelser (Pen-

nink 1909) over vatnets strømning til åpne kanaler, fig. 5. De punkterte linjer loddrett på strømlinjene angir steder med samme trykk.

Når en forutsetter ensartet gjennomtrengelig jord, er det mulig med utgangspunkt i Darcys sats å beregne vatnets veg i jorda (Gustafsson, 1946). Ut fra de matematiske uttrykk en da får, og visse antakelser ellers, kan strømningsbildet konstrueres.

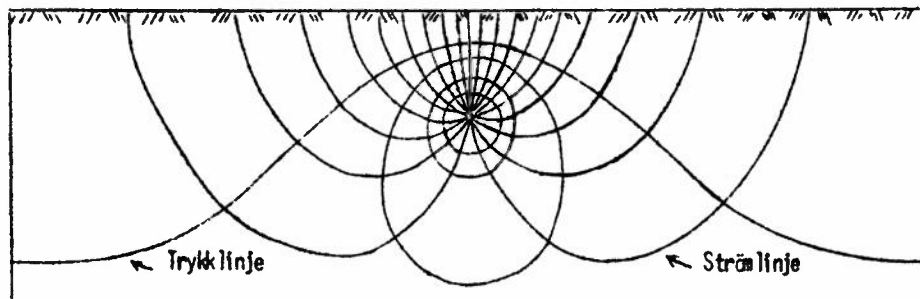


Fig. 6.

Fig. 6 er konstruert under forutsetning av vassmettet jord, etter sin gjennomtrengelighet homogen jordmasse både til siden og nedover, at strømmingen skyldes flere parallelle ledninger i ens avstand og dyp med ens vassføring. Figuren viser et loddrett snitt gjennom jorda, vinkelrett over en ledning.

De bueformete linjer som begynner i jordoverflaten og slutter ved drensledningen, er strømlinjer. De angir vatnets strømningsretning i jorda. Linjen over ledningen er rett. Her synker vatnet altså rett ned til ledningen, men jo lenger en kommer til siden, desto mer buet blir strømlinjene. Buen blir snart så stor at den går ned i jordlag som ligger djupere enn ledningen. Sigevatnet fra grøfteteigen må således for å nå fram til drensledningen, passere djupere jordlag enn det ledningen ligger i. Linjene som går vinkelrett på strømlinjene, og som danner konsentriske sirkler om ledningen, er trykklinjer. De forbinder punkter med samme trykk.

Ved modellforsøk er det funnet så å si fullstendig overensstemmelse med det konstruerte strømningsbilde.

Avstanden mellom strømlinjene i figuren er konstruert slik at den framstrømmende vassmengden er like stor i alle linjemellomrom. Av dette framgår at vatnets synkehastighet fra jordoverflaten er betydelig større i partiet over ledningen og litt til siden, enn den er lenger ut. Denne forskjell i synkehastighet er ved tidligere mer praktiske forsøk i marken over jordas gjennomtrengelighet ofte blitt forklart slik at den skulle skrive seg fra ulik gjennomtrengelighet. Dette er nok riktig (Flodkvist), men den kan også, etter senere utførte teoretiske utledninger og modellforsøk, være rent hydrodynamisk begrunnet.

Vatnets synkehastighet i overflaten påvirkes ellers av både grøfte-djup og -avstand. Større djup gir større synkehastighet, særlig i partier lengst fra ledningene, dvs. midt imellom dem. På samme måten virker også bruk av mindre grøfteavstand.

Av stor interesse er vatnets strømming og hastighet i jorda like omkring ledningens periferi. Her er funnet at hastigheten varierer lite omkring ledningen såfremt et ugjennomtrengelig jordlag ikke ligger like under den. Innstrømningshastigheten, og dermed den pr. flateenhet innstrømmende vassmengde, kan derfor praktisk talt ansees som ens over hele ledningens periferi. Dette betyr at omtrent like stor vassmengde kan strømme inn i drensledningene nedenfra som fra siden og ovenfra. I praksis vil dette særlig få konsekvenser for deknningen av drensledninger som ligger i kvabb, mojord eller mjele.

Det vanlige er å legge grus, mose o.likn. over og ved siden av rørskjøtene for å hindre innslemming av finmateriale. Men vasstrømmen nedenfra, som kan få betydelig hastighet, gjør at det er like nødvendig å plasere filter også under ledningene.

Dersom ledningen ligger like over et lite gjennomtrengelig lag, virker dette på forløpet av de ytre strømlinjer. De avbøyes tidligere, blir liggende flatere, idet de må følge botnlaget.

#### E. Strømming i grøftet, uensartet gjennomtrengelig jord.

Den jordart som er mest av interesse i denne forbindelse, er leirjorda. Som før nevnt kan dens gjennomtrengelighet variere betydelig etter fuktighetsgraden og etter graden og arten av sprekkdannelse. Leirjord av typen blåleiro vil i fuktig tilstand som regel være meget lite gjennomtrengelig. En drensledning som legges i denne, vil derfor kunne få meget liten eller ingen virkning, iallfall vil den virke sent.

Lite gjennomtrengelig jord kan, når grøftene har virket lenge nok, ha endret karakter, slik at den er blitt lettere gjennomtrengelig. Dette p.g.a. vasskanaler laget av metemark, planterøtter eller ved oppsprekking av undergrunnen. Virkningen av grøftene i slike tilfelle kan derfor øke med tida.

Som nevnt under avsnittet om grunnvatn, kan en, spesielt for leirjordas vedkommende, skille mellom to former av grunnvatn: temporært grunnvatn i matjordlaget og permanent grunnvatn i undergrunnen.

På grunn av at matjorda, som blir arbeidd, ofte har hundre eller tusen ganger større gjennomtrengelighet enn den urørte undergrunn, kan en

vente å få vassbevegelse til siden i matjordlaget, når terrenget heller. Dette har en også kunnet konstatere ved forsøk. I leirjorda kan en derfor rekne med å kunne få to slags grunnvassbevegelser: den ene i matjordlaget, den andre på vanlig vis i undergrunnen. Denne siste bidrar til at en også i leirjord kan få mer eller mindre typisk utviklede grunnvassbuer og variasjoner i grunnvassspeilets form og stilling ved vekslende nedbørsforhold.

Hvilken av disse vassbevegelser en fortrinnsvis får, beror jo på leirjordas gjennomtrengelighet; for samme jord særlig på dens fuktighetsgrad. Når leirjorda er sprukket opp etter en tørkeperiode, vil vatnet lett trenge ned i undergrunnen til å begynne med. Men ved langvarig regn svelles leirkolloidene ut, sprekkene tettes til i undergrunnen, gjennomtrengeligheten avtar og kan bli meget liten. Da vil en større del av nedbøren kunne renne av i matjordlaget, mot grøftene og ned i dem. Som før nevnt har en kunnet konstatere at grøftejordas gjennomtrengelighet er betydelig forbedret i forhold til urørt jord, når det gjelder leire.

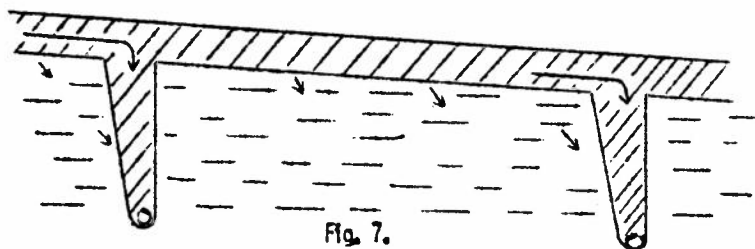


Fig. 7 illustrerer vatnets strømning i ei grøftet leirjord etter en lengre fuktighetsperiode. Mesteparten av vatnet renner fram i matjorda samt i den omgravde jorda

over grøfteledningene.

Før er nevnt at fordelene ved tverrgrøfting framfor langsgrøfting tidligere ble forklart ved Merls teori. På grunnlag av sine undersøkelser mener Flodkvist at tverrgrøftingens fordeler skriver seg fra rask bortledning av det temporære grunnvatn. Dette vatnet beveger seg i fallrets retning og må da ganske snart passere ei grøft hvor jorda er lettere gjennomtrengelig helt ned til ledningene. Her vil, alt etter gjennomtrengeligheten i grøftejorda og vassmengden, en større eller mindre del, eventuelt alt, synke ned (fig. 7). Om en på slik jord kan pløye rett eller på skrå over grøftene, vil også dette kunne hjelpe på rask tørking.

Ved langsgrøfting derimot vil vatnet for en stor del bevege seg mellom og parallelt grøftene.

Fordelene ved tverrgrøfting når det gjelder bortledning av permanent grunnvatn, blir altså en annen sak. Men at de i mange tilfelle skriver seg fra avskjæring av grunnvassig i fallretningen, er vel uten tvil.

## VII. MÅLING AV GRUNNVASSSTANDEN, GRUNNVASSBEVEGELSENE OG JORDAS

### GJERNINGTRENGELIGHET FOR VATTI.

#### A. Grunnvassstanden.

Særlig i forbindelse med grøfteforsøk, men også ved forsøk med oppdemming av vatnet f.eks. i åpne grøfter, er det av interesse å vite hvor djupt grunnvatnet står på forskjellige steder til forskjellig tid, hvorledes det stiger og faller etter regn og snøsmelting, grunnvassspeilets form osv.

Det vanlige er da at en bruker observasjonsbrønner eller målesjakter. En graver eller borer hull i jorda, og i disse setter en ned trelurer, 8-10 cm i firkant, samt åpne i begge ender. I treluren må en ellers bore hull slik at vatnet lett slipper inn fra jordmassen omkring. Istedenfor trelurer kan en bruke 3" grøfterør, teglrør, eller også sementrør, mufferrør. Særlig sementrørene må da forsynes med ekstra hull.

Målesjaktene må minst gå ned til vanlig grøftedjup, men det kan også være aktuelt å ha dem djupere, idet grunnvatnet mellom grøftene godt kan synke under ledningsnivået om sommeren.

Videre må de rekke litt over jordflaten. Her bør det helst være en liten forhøyning omkring dem slik at eventuelt overvatn ikke fortrinnsvis søker ned ved målestedene. En bør også sette på lokk. Dette kan lettvis lages som ei lita trefjøl med en kort lekt- eller staurende på undersida. Denne stikker litt ned i luren eller røret slik at lokket ikke så lett blåser av eller kommer bort på annen måte.

Forutsetningen ved bruk av slike målesjakter er at den frie vassflaten, som en får her, skal korrespondere med grunnvassspeilet i jorda omkring. Dette holder stikk når vatnet i jorda omkring fritt kan strømme til og fra sjaktene. En har eksempler på at dette ikke alltid er tilfelle, og at det kan være heldig å ha et lite sandlag, filter, utenfor rørene.

Avstanden fra jordoverflaten og ned til vasspeilet i disse målesjaktene kan en måle, f.eks. ved hjelp av en lang nok og lett trestav. På nedre enden settes en kork som er stor nok til å holde staven lett flytende. På målestaven bør en ha centimeterinndeling med 0-streken akkurat i vassflaten, (hensyn må tas til at vatnet stiger noe idet korken trykkes ned), når staven flyter fritt på korken. Dersom stavens tyngde varierer vesentlig etter fuktigheten, kan det bli nødvendig å justere 0-streken for hver gang den brukes, eller iallfall en gang iblant. Men om staven males eller



impregneres på annen måte, kan vekten ganske sikkert betraktes som konstant. Bestemmelse av grunnvassspeilets høyde kan ellers ha flere og større feilkilder, enn den som kan skyldes variasjon av selve målestavens tyngde i dette tilfelle.

For finere målinger fins det nøyaktigere apparater, som også kan være selvregistrerende.

En må ellers være merksam på feilkildene ved slik grunnvassmåling. Som nevnt må det ikke være noe søkk i jorda omkring målesjaktene.

Ved måling like etter sterkt regn kan det også bli feilaktig resultat. Det tar noe tid før vasspeilet innstiller seg.

Dersom sjakten går gjennom vassførende lag hvor vatnet står under trykk, blir vasstanden i den for høy i forhold til vasstanden i jorda ellers. Det motsatte kan også bli tilfelle. Dette når sjakten går gjennom tette lag og ned i vassførende hvor vatnet ikke har overtrykk, men beveger seg i fallretningen.

Således kan en komme til å måle falske eller ukekte grunnvasstander.

Som nevnt må vatnet fritt kunne strømme til og fra målebrønnen. Om det er grunn til tvil i så fall, kan en undersøke dette. En kan fylle vatn i treluren eller røret, og så se hvor lang tid det tar før vatnet synker unna og stiller seg i likevekt. Synker det meget langsomt, eller kanskje ingenting, tyder det på at åpningene i røret er tilstoppet, eller at jorda omkring røret er slennet til, tettet på en eller annen måte. Når en lager observasjonsbrønner i tett leire, bør en være forsiktig, så brønnveggene ikke eltes sammen og blir ugjennomtrengelige.

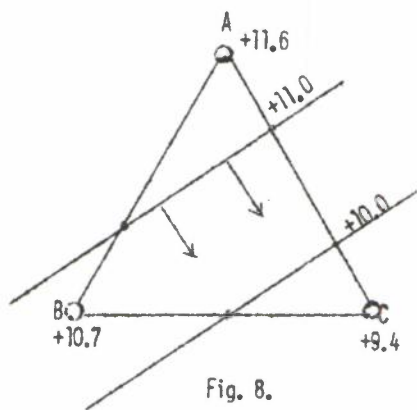
Grunnvassobservasjoner er, som nevnt, av interesse i forbindelse med grøftforsøk, men de kan også ellers, f.eks. ved planlegging av grøfting, gi direkte rettledning om behovet for grøfter. Det en særlig behøver å vite, er hvor høgt grunnvatnet står i alminnelighet, hvor høgt det stiller seg etter regn eller etter snøsmelting om våren, og hvor fort det synker igjen.

Ved grøftforsøk kan en da særlig undersøke virkningen av forskjellig grøftedjup og -avstand på grunnvasstanden.

En plasserer her observasjonsbrønnene i ei rett linje tvers over grøfteteigene. Grunnvassbuen kan da tegnes opp på grunnlag av observasjonene. Da vasspeilets stigning er sterkest nærmest grøftene, må brønnene stilles tettere her enn midt imellom dem. Midt på teigene har grunnvassspeilet som regel ganske liten krumming. Er grøfteteigene brede, kan det også være mest horisontalt her.

## B. Grunnvassbevegelsen.

Grunnvatnets bevegelsesretning kan det være av interesse å vite. Da vatnet strømmer i retning av grunnvassspeilets fall, kan strømningsretningen bedømmes ut fra observasjoner over grunnvasstanden på forskjellige



plasser. En trenger her minst 3 observasjonsbrønner som plasseres i en trekant. Vasstanden i de 3 brønnene nivelleres i forhold til et vilkårlig 0-plan, som fig. 8 viser. Ved interpolering kan en i forbindelseslinjene mellom brønnene finne punkter med samme høyde. Gjennom disse trekkes rette linjer. Vatnet strømmer da normalt på disse linjene i fallretningen.

Grunnvatnets strømningshastighet kan finnes enten ved direkte målinger, eller ved beregning på grunnlag av observasjoner ved prøvepumping fra en brønn.

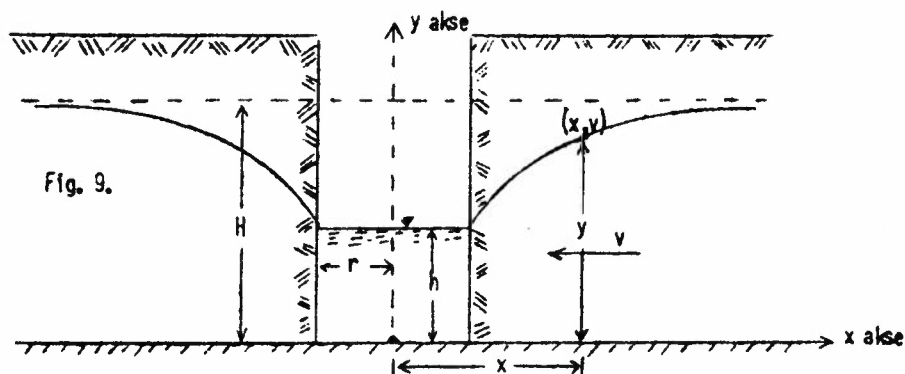
Når en har greie på strømningsretningen, kan en finne strømningshastigheten ved hjelp av to brønner som graves på ei linje nøyaktig i strømningsretningen. Avstanden mellom brønnene 5-20 m, etter jordarten. I den øvre brønnen kan en settes til et fargestoff, fluorescein, som gir vatnet en lysende gulgrønn fargetone. En måler så tida før vatnet får maksimal fargestyrke i den nedre brønnen. Metoden er mindre brukbar når vatnet er humusholdig og surt.

En kan også tilsette et salt, natriumklorid eller ammoniumklorid, i den øvre brønnen, og så med visse mellomrom ta ut vassprøver i den nedre brønnen. En noterer så den tida det tar før saltkonsentrasjonen når maksimum her.

Hvor lang tid det tar før saltkonsentrasjonen når maksimum, kan ellers finnes enklere elektrometrisk ved å måle vatnets elektrolytiske ledningsevne i den nedre brønnen. Denne brønnen kan da lages av et gjennomhullet jernrør med ca. 1,5" diameter. I røret settes ned en elektrode, en forniklet messingstang,  $d = 1-1,25$  cm. Elektroden isoleres fra jernrøret ved hjelp av parafinerte tretapper, med litt mindre diameter enn jernrøret, i hver ende av messingstangen. Strømkilden kan være et batteri med 1,5-9 volts spenning. Strømstyrken bør en helst måle v.h.a. selvregistrerende ampèremeter.

C. Gjennomtrengeligheten for vatn.

Prøvepumping er en meget arbeidskrevende metode. Brønnen graves sirkelrund og ned til det vasstansende lag. Vassnivået i brønnen senkes ved å pumpe ut vatnet. Etter ei tids pumping vil vatnet stille seg på et bestemt nivå, forutsatt at pumpa ikke har for stor kapasitet. Det er da likevekt mellom den vassmengde som pumpa fjerner, og den som strømmer til brønnen fra alle kanter. Med utgangspunkt i Darcys sats kan en sette opp et matematisk uttrykk for vatnets strømningshastighet i jorda, dvs. få et mål på jordas gjennomtrengelighet.



En går ut fra at grunnvasspeilet til å begynne med er horisontalt i høyden  $H$  over det vasstansende lag. Ved likevektstilstanden under pumpinga danner grunnvasspeilet en omdreiningsflate og fig. 9 viser snitt gjennom denne.

Vassmengda  $Q$  bestemmes altså ved pumping. Den renner til brønnen fra alle kanter. Den strømmende vassmengden er konstant i ulik avstand fra brønnen, men vasstrømmens tverrsnittsflate, som blir en sylinderflate, øker med avstanden fra brønnen. I avstanden  $x$  fra brønnens sentrum er sylinderflatens, vasstrømmens, høyde lik  $y$ .

Da er  $Q = F \cdot v = 2 \pi x y \cdot v$  og  $V = \frac{Q}{2 \pi x y}$

Ifølge Darcys sats er  $v = k \frac{dy}{dx}$  hvor  $\frac{dy}{dx}$  er vasspeilets helling i punktet  $(x, y)$ . Da er:

$$\frac{Q}{2 \pi x y} = k \frac{dy}{dx} \text{ eller } \frac{Q}{x} dx = 2 \pi k y dy$$

Ved integrasjon mellom korresponderende grenser får en:

$$Q \int_r^x \frac{1}{x} dx = 2\pi k \int_h^y y dy$$

$$Q \left| \ln x \right|_r^x = 2\pi k \left| \frac{y^2}{2} \right|_h^y$$

$$Q(\ln x - r) = \pi k(y^2 - h^2)$$

$$\text{hvorav } k = \frac{Q(\ln x - \ln r)}{\pi(y^2 - h^2)}$$

$\ln$  = den naturlige logaritme.

Av formelen kan en beregne jordas gjennomtrengelighet på grunnlag av vassmengden  $Q$ , høyden  $h$  på vatnet i brønnen og brønnens radius  $r$ . Dessuten må en ved boring og observasjon av grunnvasstanden skaffe seg sammenhørende verdier av  $x$  og  $y$ , helst i forskjellig avstand fra brønnen slik at en får et representativt middeltall.

En annen metode til å bestemme jordas gjennomtrengelighet er at en ved hjelp av en metallsylinder, som presses ned i jorda, tar opp en tilsvarende jordsylinder. I laboratoriet prøver en så hvor fort denne jordsylinderen slipper vatnet igjennom. Mulige åpninger mellom jord og sylindervegg må tettes med fett eller plastisk leire. Forsøket kan også utføres ute i markon, idet en presser metallsylinderen et visst stykke ned i det jordlag som skal prøves. Den sitter der mens forsøket pågår. Så fyller en på en viss mengde vatn og ser hvor lang tid det tar for å synke ned. På denne måten får en groie på den relative gjennomtrengeligheten, og det er den som interesserer mest i forbindelse med grøfting.

Flodkvist brukte i sine forsøk en rektangulær ramme av jernblikk, 100 cm lang, 25 cm bred og 30 cm høy. Rammen var kvesst i underkanten og avstivet med båndjern i overkant. Denne blikkrammen ble presset ned i jorda slik at underkanten kom litt ned i undergrunnen. Omkring ble det så tettet godt med leire. Rammen dekket en flate på  $0,25 \text{ m}^2$ .

Her ble det så slått på 5 l vatn om gangen, altså svarende til 20 mm. Når dette vatnet var borte, ble nye 5 l fylt på. Som regel brukte Flodkvist 25 liter på hvert sted (100 mm) og noterte den tida det tok for dette vatnet å synke ned. Men på meget tett jord tok det altfor lang tid med så stor vassmengde. Her ble det da brukt mindre mengder.

Fordelen ved å bruke ramme av denne form og størrelse mente Flodkvist var at en da fikk med virkningen av sprekker og ganger i jorda. Som før nevnt spiller dette en avgjørende rolle for leirjordas gjennomtrengel-

lighet. På denne måten fikk en altså vatnets synkehastighet som et uttrykk for jordas gjennomtrengelighet.

Foruten disse direkte metoder har en også indirekte metoder for bestemmelse av jordas gjennomtrengelighet på grunnlag av dens kornstørrelse. Dette ut fra den sterke sammenheng mellom kornstørrelse og gjennomtrengelighet. Kornstørrelsen kan bestemmes ved mekanisk analyse, men en kan også få et tilnærmet mål på den ved hjelp av hygroskopisiteten eller fuktingsvarmen. Dette gjelder da bare for mineraljord.

Men p.g.a. den som regel sterke variasjon i mineraljordas sammensetning trengs det mange prøver. Prøvene må også tas i undergrunnen da det er gjennomtrengeligheten her som er avgjørende. Metoden kan derfor bli arbeidskrevende uten å gi tilstrekkelig rettleiding.

For mineraljord med ensartet kornstørrelse kan mekanisk analyse være til hjelp. Relativt ensartet er kornstørrelsen i stiv leirjord. Som regel vil det også være slik at stort leirinnhold gir liten gjennomtrengelighet, men det motsatte kan også forekomme. Således fins det eksempel på leirjord som i det hele ikke trenger grøfting, men er selvdrenerende. Dette skyldes permanent sprekkdannelse. Ellers kan det jo være temporære sprekker og kanaler i leirjorda. Fuktighetsgraden har, som før nevnt, stor innflytelse på leirjordas gjennomtrengelighet. Dette beror på at leirkolloidene ved fuktning sveller ut og tetter jorda til. Men mengden av leirpartikler i ei jord framgår jo av den mekaniske analysen.

Alt tatt i betraktning, må en vel kunne si at den mekaniske analyse og dermed jordas kornstørrelse i alminnelighet vil være et godt holdpunkt for bedømmelse av gjennomtrengeligheten, særlig i leir, men en bør ikke ensidig ta hensyn til én faktor.

Hygroskopisiteten skal indirekte gi uttrykk for kornstørrelsen, idet den først og fremst er en funksjon av jordas "indre" overflate, som for like store korn er proporsjonal med den resiproke verdi av korndiameteren.

Når hygroskopisiteten bestemmes etter Mitscherlich's metode, får en også med hydratasjonsvatn bundet til de utbyttbare joner. Derfor kan hygroskopisiteten veksle for samme jordart, ettersom det er mest av sterkt hydratiserte joner, eks.  $\ddot{N}a$ , eller mindre hydratiserte joner, eks.  $\ddot{C}a$ . Flore nyere undersøkelser går da også ut på at det ikke er noe bestemt forhold mellom jordas gjennomtrengelighet og dens hygroskopisitet. Hygroskopisiteten bestemmes ikke bare av jordas mekaniske sammensetning, men også av den kjemiske.

Jordas fuktingsvarme står også i relasjon til dens finhet, eller til overflaten av jordpartiklene, den indre overflate. Fuktingsvarmen er

den varme som utvikles pr. vektenhet vassfri jord når den bringes i vatn. Den skal være et brukbart mål for kornstørrelsen.

Jordas kjemiske beskaffenhet kan også være en faktor som bestemmer gjennomtrengeligheten. Et rikelig innhold av kalk bidrar til at mineraljord blir lettere gjennomtrengelig etter grøfting. Omvendt virker større innhold av jern.

#### VIII. FAKTORER SOM VIRKER PÅ SIGEVASSMENGDEN OG GRUNNVASSTANDEN.

Av det vatn som tilføres marken i form av regn, snø, hagl, dugg eller rim, kommer ikke alt jorda og plantene til nytte. En del av det renner av på overflaten til grøfter, bekker og elver. En annen del fordunster direkte fra jordas og plantenes overflate. Det øvrige kan så sige ned i jorda. Men en del av dette tas snart opp av planterøttene, bindes i plantemassen eller forsvinner ved transpirasjonen.

Resten kan så passere videre nedover i jorda, men er den meget tørr, kan alt sammen bindes kapillært i de øvre jordlag. Det er særlig like etter snøsmelting om våren, før vegetasjonstida, at det blir vatn til overs i jorda, fritt vatn, som så kan sige videre nedover.

Dette sigevatn danner grunnvatnet på et eller annet djup.

Sigevassmengden kommer således til å bero på flere faktorer.

Nedbørmengden er den primære faktor. Under ellers like forhold vil sigevassmengden øke med økende nedbør.

Av nedbøroversikten foran vil en se at nedbøren veksler sterkt i vårt land, fra under 300 mm øverst i Gudbrandsdalen til vel 3000 mm i Bergenstraktene. Evor mye av nedbøren som renner av på overflaten, eller som sig ned i jorda, vil også bero på nedbørens fordeling i løpet av året. Om f.eks. en stor del faller som snø på frossen mark, vil mye vatn kunne renne av på overflaten under snøsmeltinge, før jorda er såpass opptint at den kan ta til seg noe. For øvrig er vassmengden som renner av på overflaten avhengig av flere faktorer. Av disse er terrenget først og fremst avgjørende. Jo storkere og jevnere fallet er, desto mer av nedbøren vil renne bort oppå jorda. I flatt lende får overvatnet lite eller kanskje ikke avløp, og vil i værste fall ei kort tid om våren kunne bli stående som en sjø over det hele. Som regel er terrenget, selv på flatbygda hos oss, noe kupert. Overvatnet samler seg da i dalsøkk og andre lågere partier. Om det her mangler direkte avløp, blir sigevassmengden mye større enn ellers. Derav følger også større krav til grøfteintensiteten på disse plassene. For

delvis å unngå denne store og ujevne sigevassmengde i slike tilfelle, bør en ved særlige inntretninger i forbindelse med grøftesystemene sørge for raskest mulig direkte bortledning av overflatevatnet om våren.

Foruten terrenget er også jordarten av betydning. Jo tettere jorda er, desto mer vatn renner bort på overflaten under ellers like forhold.

Regnintensiteten er av betydning for relasjonen mellom overflatevatn og sigevatn. Stor regnintensitet bevirker, både absolutt og relativt, større avrenning på overflaten enn svak. Men også langvarig regn virker i samme retning i forhold til kortvarig regn, selv om regnintensiteten er rimelig. Særlig gjelder dette for leirjordstraktene, hvor jorda blir tettere og tettere etterhvert som den blir vassfylt. Med rimelig regnintensitet blir det sjelden nevneverdig overflatevatn om sommeren. Det vatn som ikke direkte fordunster etter hvert, sig ned litt og bindes vesentlig i det øvre jordlaget. Som eksempel på dette kan nevnes resultat av noen observasjoner i Sverige over hvor djupt vatnet trengte ned etter 27,5 mm regn på beitemark, 7. august 1947 (S. Andersson). Jorda var svakt moldholdig, lettere leirjord, 25 cm djup matjord. Grasmatten var før regnet helt avsvidd.

Det meste av disse 27,5 mm ble bundet i de øverste 10 cm, omkring 50 % i de øverste 5 cm, ca. 30 % i sjiktet 5-10 cm og resten litt djupere.

Fordunstningen foregår overalt hvor ikke fuktighetsmettet luft kommer i berøring med vatn. Størst betydning for den har de meteorologiske faktorene, som luftens temperatur, dens relative fuktighet og vindstyrken. Fordunstningen øker omkring proporsjonalt med kvadratroten av vindhastigheten. Av betydning ellers er jordoverflatens form, dens helling i forhold til sola, insolasjonen og dermed jordas temperatur, dens fargetone, vassinnhold og vegetasjon, samt også den framherskende vindretningen.

Fordunstningen foregår til alle årstider, men er mye mindre om vinteren enn om sommeren. Dansken Colding fant således at fordunstningen fra fri vassflate om vinteren var gjennomsnittlig omtrent halvparten av nedbøren, mens den om sommeren var nesten dobbelt så stor som nedbøren. Dansken Westermann har utført forsøk over fordunstningen fra jord uten vegetasjon og virkningen på den av ulik jordarbeiding. Forsøkene ble utført i store kar. To grunnvasstander ble prøvd:  $\frac{1}{2}$  m og 1,0 m. Det viste seg at fordunstningen ble større jo mindre grunnvasstanden var. Forholdet var mer utpreget for sandjord enn for leirjord, og likeså mer utpreget i tørre år.

Når sandjorda pakkes sammen, stiger fordunstningen sterkt, idet vatnet da ledes kapillært helt opp i overflaten. Bruk av ringtrommel økte også fordunstningen sterkt. Dette skulle skrive seg fra at overflaten ble forstørret p.g.a. kammene etter trommelen. Men ved lett harving etter tromlinga, kunne denne uheldige virkning av ringtromling nesten elimineres.

Et plantedekke vil minske fordunstningen direkte fra jordoverflaten, men selve plantenes overflate er jo mange ganger større enn den jordflaten de står på, for en havreåker i skytingstida således omkring 10-12 ganger større. Etter regn vil derfor store vassmengder bli hengende på plantene og fordunster igjen direkte uten å nå jorda.

Det faktum at grunnvasspeilet om sommeren synker mye djupere i jord med kraftig vegetasjon enn i brakket jord, viser at det samlede vassforbruk må være atskillig større når jorda er tilvokset. For en stor del skyldes dette transpirasjonen.

Transpirasjonen er først og fremst avhengig av størrelsen på den transpirerende bladflaten. Det totale vassforbruket øker noe med økende avling. En del forsøk viser imidlertid også praktisk talt ingen økning i totalt vassforbruk med økende avling. Dette betyr at det relative vassforbruket avtar når avlingene stiger. Jordvatnet blir bedre utnyttet når avlingene blir større på grunn av sterkere gjødsling f.eks. Det er dog noe forskjell etter plantearten.

Transpirasjonen beror ellers på omtrent de samme faktorer som vanlig fordunstning. Den øker sterkt med økende vassinnhold i jorda, like så med stigende temperatur, insolasjon og vind, samt med minkende luftfuktighet.

Ved forsøk er det imidlertid vanskelig å skille mellom vassmengdene som tapes ved henholdsvis fordunstning og transpirasjon.

Colding fant i sine forsøk at det særlig er i den egentlige vegetasjonstid at transpirasjonen fra gras er vesentlig større enn fordunstningen fra fri vassflate. Transpirasjonen steg sterkt med grasets høyde.

Lysimeterforsøk av Westermann gav følgende tall for vasstapet fra jorda ved fordunstning og transpirasjon.

Tabell 7. Vasstap i veksttida, mm. Middeltall for 1911 - 1913.

	Leirjord	Sandjord
Uten planter	191	160
Havre (2 år)	710	630
Bygg	610	-
Gul lupin	-	788
Poteter	-	328



Vasstapet er således flere ganger større fra jord med planter enn uten planter. Det viste seg videre forskjellig etter plantenes utviklingsstadier. Størst var det under den mest intense stoffproduksjon. Hos korn og grasartene er dette like før og under skytinga, hos poteter omkring blomstringstida og hos rotvekstene ut på ettersommeren.

For det største vassforbruket fant Westermann følgende tall:

Luserne	213 mm	i $\frac{1}{2}$ måned	=	14 mm	pr. døgn
Havre	106	" " "	=	7	" " "
Sukkerbeter	100	" " "	=	7	" " "
It. raigras	99	" " "	=	6,5	" " "
Bygg	88	" " "	=	6	" " "
Poteter	50	" " "	=	3	" " "

Ved disse siste forsøk var grunnvasstanden ca. 60 cm, unntatt for luserne og sukkerbeter, hvor den var ca. 90 cm (3 fot).

I disse og i liknende forsøk ellers er grunnvasstanden holdt mest mulig konstant gjennom hele veksttida.

Slik vil det jo sjelden være under naturlige forhold i marken. Derfor kan en av tallene ikke direkte slutte seg til hvordan vassforbruket blir i virkeligheten.

I de 3-4 ukene da plantene bruker mest vatn, vil nedboren, særlig i innlandstraktene, sjelden strekke til. Plantene må da bruke av jordas vassforråd, og som før nevnt, vil dette, særlig etter nyere oppfatning, bero på hvor djupt planterøttene kan trenge ned, og hvor sterkt de kan gjennomfiltrere jorda.

Jorda tørkes derfor ut, og noe sigevatn blir det ikke før den igjen er vassmettet ved hjelp av nedbøren. Men bare til å mette jorda kapillært, kan det trenges store nedbørmengder.

Lysimeterforsøket ved N.L.H.'s Jordkulturforsøk viser at sigevatnet uteblir ikke bare i veksttida, men også utover høsten etterat plantene er høstet, selv om det da har regnet ei tid. Det kreves regn i lengre tid før det igjen kommer vatn gjennom jorda. Således har det vist seg at det skal store regnmengder til for å gi større avløpsmengder i juli og august. Transpirasjon og fordunstning er stor på denne tida. Dessuten har vegetasjonen tidligere i veksttida tappet jorda mer eller mindre sterkt for vatn. Det ser ut til at jorda tørker sterkere ut jo større avlinga er, og at det da trengs større vassmengder for å mette jorda kapillært enn når avlingene er små.

Av foregående betraktninger vil en kunne slutte seg til hvordan forholdet er mellom sigevassmengda og årstida.

Fordunstning og transpirasjon øker fra våren og utover sommeren, og når vanlig maksimum i juni eller juli, alt etter planteslaget. På denne årstida er nedbøren de fleste steder relativt liten. Sigevatn blir det derfor ikke. Mange målinger av grøftevassavløpet har også vist dette. Om det i denne tida skulle være vesentlig avløp, er det grunn til å tvile på om dette kommer fra sigevatn, men heller fra vassårer o. likn. som er avskåret. Avløpets variasjon med nedbøren skulle ellers kunne gi holdepunkter for å bedømme dette.

Fra august og utover høsten er nedbøren vanlig større, fordunstningen og transpirasjonen avtar. Etterhvert blir det også vatn i grøftene, og vassføringa øker med nedbøren utover høsten.

Også om vinteren fører grøftene vatn dersom nedbøren faller som regn på telefri jord. Er jorda derimot frossen, og nedbøren dertil faller som snø, blir det lite eller ikke noe sigevatn, men desto mer blir det om våren under teleløsning og snøsmelting.

Grunnvatnet har normalt tendens til å stige når høstregnet setter inn. Således vil det på de fleste steder i landet stige opp til jordoverflaten både høst og vår. Men ekstreme tørkeår kan gjøre unntak fra denne regelen.

Som før nevnt kan grunnvasspeilet om sommeren ofte senkes djupere enn grøftenivået. Dette er særlig tilfelle på mineraljord i innlandsstrøkene.

Konklusjon:

1. Økende nedbør med lite avløp på overflaten, samt med liten fordunstning og transpirasjon, gir økende sigevassmengder. Grunnvasspeilet stiger deretter, og dermed også behovet for grøfting.

2. Sigevassmengda er større, grunnvasstanden høyere vår og høst enn om sommeren. Det er særlig om våren og første del av vekstperioden, samt utpå høsten, at en setter største krav til god tørrlegging.

#### IX. BESTEMMELSE AV SIGEVASSMENGDEN.

Spesielt når det gjelder dimensjonering av rør i lukte grøfter, er det nødvendig å ha mer konkrete holdepunkter for hvor stor vassføring ledningene kan få. I den anledning er det utført direkte målinger av vassføring i grøfteledninger. Likeså har en målt sigevassmengden i lysimeterforsøk (karforsøk). En mer indirekte metode er måling av elvenes vassføring for derved å kunne beregne den del av nedbøren som kommer igjen her. Dette blir da både sigevatn og overflatevatn.

For våre forhold er det særlig forsøk og observasjoner i de nordiske land som har størst betydning.

A. Måling av grøftevassmengdene.

Når en måler avløpet fra et visst areal og samtidig også nedbøren for tilsvarende tid, kan en beregne hvor stor del det er av denne som renner ut av grøftene. Når jorda ikke på forhånd er vassmettet, begynner avløpet først når det har regnet ei tid, og fortsetter noe etterat regnet har opphørt. De største og mest langvarige avløp får en imidlertid sjelden etter regn, men helst etter teleløsning og snøsmelting om våren.

Vanskeligheten ved disse målinger ligger ofte i å bestemme det areal som grøftevatnet kommer fra. Det kan være mulighet for grunnvasstrømmer som fører vatn til eller fra området. Om det kommer vatn til grøftene, f.eks. fra ei sterk vassåre, så vil dette kunne merkes på at avløpet ikke lenger blir en så utpreget funksjon av nedbørmengden. Det holder seg mer jevnt.

For øvrig vil det også være mindre heldig om det kommer større mengder overflatovatn inn på området.

Det tør være forståelig at den prosentdel av nedbøren, som kommer igjen i grøftene, vil variere sterkt etter klima, terreng, jordart, struktur, vegetasjon, årstid og andre faktorer.

Tabell 8. Sammenstilling av grøftevassmålinger i Norge, Sverige og Danmark.

Utført av	Sted	Antall år	Årsnedbør mm	Grøftevatn i % av nedbøren	
				Middel	Variasjon
Colding, (Danmark)	Damhus	1	832	55 <sup>1)</sup>	-
	Islehus	1	832	21 <sup>1)</sup>	-
Flodkvist (Sverige)	Lind	3	639	29	23 - 34
	Fjugesta	2	599	21,5	20 - 23
	Ålsta	3	605	37 <sup>2)</sup>	34 - 40
Feilberg og	Skovlunde	4	640	22	16 - 25,5
Feilberg (Danmark)	Østergaard	4	506	12 <sup>3)</sup>	1,5 - 26
Thøgersen (Danmark)	Kvorning	2	578	35,5	-
Braadlie (Norge)	Voll i Strinda	2	764	78 <sup>4)</sup>	76 - 80
	Maresmyra i Sparbu	1	633	75 <sup>4)</sup>	-

- 1) Colding mente at det ene tallet er for stort, det andre for lite. De har for øvrig liten praktisk betydning i Danmark nå, siden de har nyere og mer omfattende hydrometriske undersøkelser der.
- 2) En del overflatevatn er ved sterkt regn og snøsmelting kommet til forsøksområdet utenfra.
- 3) Det ene året var ganske normalt med ca. 26 % avløp. De andre 3 årene hadde meget lite nedbør og avløpet var da gjennomsnittlig ca. 7 %.
- 4) Slik som målingene er utført, kom en del overflatevatn med. Men selv om en tar hensyn til dette, blir tallene så høye at en kan tvile på om vatnet er kommet bare fra det arealet som en har reknet med.

De høyeste og lågeste av disse tallene er sannsynligvis ikke helt fri for systematiske feil. De respektive forfattere har også gjort merksom på det.

Ser en bort fra de ekstreme tallene, har grøftevassmengden variert mellom femteparten og tredjeparten av nedbøren. På de to svenske forsøksstedene, Lind og Fjugesta, hvor det ikke var grunn til mistanke om systematiske feil, var middelnedbør og avløp henholdsvis 622 mm og 26 %. Jordarten på disse stedene var nærmest moldholdig, lettere leire. Begge disse stedene ligger omkring 59. breddegrad, mellom Hjälmaren og Vättern.

#### B. Lysimeterforsøk.

I dette tilfelle får en mer eksakte tall. Men her er forholdet slik at en får med all nedbør, også den som under visse naturlige vilkår ville renne bort på overflaten. Av flere grunner er det sannsynlig at avløpsmengden i lysimeterforsøk blir noe større enn under naturlige forhold. Gyldigheten av resultatene fra disse forsøkene er ellers sterkt begrenset til samme jordart og liknende vær og klimaforhold. Likevel er tallene av interesse. Også i vårt land kan jorda være så flat at overflatevatnet ikke får noe avløp, men er henvist til å synke ned i og gjennom jorda til grøftene.

Lysimeterforsøk er bl.a. utført ved Rothamsted i England. Avløpet er målt fra 51, 102 og 152 cm djup jord. I tidsrommet 1883 - 1934 var avløpet i middel henholdsvis 51,5, 54.2 og 52.1 % av en middelnedbør på 723 mm. Jorda var relativt stiv leirjord og isolerte jordblokker i naturlig lagring, hele tida uten planter og sjelden tilfrosset. Avløpet varierte ellers sterkt med årstida. For øvrig viste forsøkene her at økende nedbør ga både absolutt og relativt større sivevassmengde.

I Göttingen har von Seelhorst funnet følgende tall for sigevassmengden. Det er middeltall for året.

Nedbør i mm:	Sigevatn i % av nedbøren			
	Poteter	Bygg	Rug	Brakk
744	37	27	38	67

Fra brakket jord altså omkring dobbelt så mye som fra jord med vegetasjon, hvor det i månedene juni-sept. mest ikke var sigevatn. For brakket jord kom 30-60 % av nedbøren i denne tida.

I lysimeterforsøk i Zürich-Oerlikon var sigevassmengden fra jord uten planter 56 % av årsnedbøren i middel for 17 år. I vinterhalvåret var det 75 % mot 44 % i sommerhalvåret. Fra kar med planter var det om sommeren bare omkring halvparten så mye sigevatn. Jordartene i forsøket var fra stiv leirjord til leirblandet sand. Det var tendens til avtakende mengder sigevatn jo tettere jorda var.

Fra lysimeterforsøket ved Institutt for Jordkultur, N.L.H., har en resultater for årene 1938-49, dvs. for 11 år. Nedbøren var disse årene i middel 758 mm, og avløpsmengden er på grunnlag av målingene beregnet til i middel 391 mm eller 51,6 % av nedbøren. Men det er variasjon fra 27,7 til 66,6 % av årsnedbøren.

Jorda her er noe forvitret marint moreneleir med betydelig sandinnhold, litt grus og mindre stein. Undergrunnen er også forvitret, ellers rikere på grus og sand enn matjorda.

Forsøksveksten var poteter i årene 1938-43, havre høstet i grønn tilstand 1944-48 og timotei i 1949.

Nedbør og avløp i middel for de enkelte måneder framgår av følgende oversikt:

Tabell 9.

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Febr.	Mars	April
Nedbør mm.	43.0	73.2	85.3	93.3	89.5	71.1	90.2	68.4	50.7	29.8	21.1	42.3
Avløp "	38.0	17.1	14.5	12.8	29.5	40.8	59.6	48.8	17.0	36.1	25.5	50.2
Avløp i % av nedbør	88.4	23.4	17.0	13.7	33.0	57.4	66.1	71.3	33.5	121.1	120.9	118.7

Den store sigevassmengden i vårmånedene må jo for en stor del skrive seg fra smeltevatn. Det er ellers de store nedbørmengder om høsten og vinteren som betinger store avløpsmengder. Mye regn i veksttida betyr forholdsvis lite på grunn av stort forbruk, sterk transpirasjon og fordampning. I september 1938 ble det f.eks. ikke noe avløpsvatn enda nedbøren var 122 mm. Potetene var da høstet den 13. samme måned.

C. Elvenes vassføring.

I de fleste større vassdrag hos oss er det i en årrekke utført vasstandsobservasjoner. Dessuten er vassføringa målt ved forskjellig vassstand. Relasjonen mellom vassstand og vassføring angis grafisk i form av vassføringskurve eller tabell (se elveregulering). På denne måten får en greie på f.eks. største, minste og midlere vassføring. På grunnlag av dette beregnes tilsvarende avløp pr. flateenhet nedbørområde. Dette angis gjerne i l/sek. pr. km<sup>2</sup> eller l/sek. pr. hektar.

Når disse tallene gjelder for relativt små nedbørområder, kan de være brukbare ved dimensjonering av kanaler og andre avløp. Denne avrenning i elvene kan også uttrykkes som en viss prosent av nedbøren. Men særlig hos oss er det så usikre faktorer her (måling av nedbør i høyfjellet, brevavn osv.), at det i mange tilfelle har mindre interesse.

Således er det i flere vassdrag målt vassføringer som svarer til langt større nedbør enn den som er målt. Dels skyldes dette tilløp fra snø- og isbreer, dels at nedbøren i området bare er målt i sterkt begrenset utstrekning.

Som nevnt under elveregulering er det vesentlig bare i nedbørområdet for Tista og Akerselva at en får målt nedbøren relativt pålitelig over hele området. Dessuten er det heller ikke så stor risiko for tilløp av brevavn her.

Avløpskoeffisientene er etter A. Holmsen følgende:

Tista	1896 - 1904	65,5 %
Akerselva	1892 - 1907	72,0 "
Klara	1896 - 1915	89,0 "
Glåmma	1896 - 1915	90,0 "

For Glåmma og Klara mener Holmsen at de virkelige koeffisienter er mindre. Det er for få nedbørstasjoner til å kunne finne den rette middelnedbør i nedslagsområdene.

Tilsvarende observasjoner er utført bl.a. i Sverige og Danmark. Spesielt for Danmarks vedkommende skulle en kunne anta at avløpskoeffisientene er relativt pålitelige, bl.a. på grunn av mindre og lettere tilgjengelige nedbørområder. Det gjennomsnittlige årsavløp i % av nedbørområdets nedbør var følgende for årene 1918 - 38:

For vest- og midtjyske vassdrag.....	ca. 50 %
For øst- og sørjyske, samt fynske vassdrag.....	30-45 "
For sjællandske vassdrag.....	30-35 "
For Lolland-Falster og Bornholm.....	ca. 25 "

Forskjellen er her først og fremst betinget av klimatiske forhold. De vestjyske trakter har stor nedbør, fuktig luft og liten fordunstning. Dertil kommer sparsom vegetasjon i de magre hedetraktene.

Videre kan nevnes at de i Danmark har innsjøer som holdes tørrlagt ved at vatnet fra nedbørområdet pumpes ut. Derav kan en beregne hvor stor del av årsnedbøren som blir pumpet ut. Som eksempel kan nevnes (etter Feilberg) at for Klintsjø i Odsherred var avløpet 56 % av nedbøren i middel for årene 1909-15, men med variasjon fra 44 til 71 % i de enkelte år.

Fra Lammefjorden var avløpet (utpumpet) i årene 1927-35 i middel 33 % av nedbøren.

#### X. LUFSTRØMNING I GRØFTET JORD.

Det er vel kjent at kulturplantene og aerobe mikroorganismer må ha et visst luftinnhold i jorda. Således synes erfaring å tyde på at grasartene trenger minst 6-10 % og kornartene minst 10-18 volum-% luft i jorda for å kunne trives godt. Den øvrige del av jordas porevolum kan altså være vassfylt. Imidlertid er det ikke nok at jorda inneholder et visst minstekvantum luft; men jordluftens kvalitet må også til enhver tid tilfredsstille kravet fra aerobe organismer. Ved sine livsytringer bruker disse organismer av luftens surstoff og produserer samtidig betydelige mengder kulldioksyd. Derfor blir det nødvendig å ha et visst luftskifte i jorda.

Det som karakteriserer vassjuk jord, er jo høytstående og særlig stillestående grunnvatn. Dette vatnet inneholder i seg selv meget lite luft, dertil vil bare en liten del av porevolumet være disponibelt for luft og luftveksling. Bevegelig grunnvatn derimot kan være relativt rikt på luft.

Foruten jordas vassinnhold vil dens kornstørrelse og struktur ha innflytelse på mengden av jordluft og på hvor lett luftveksling kan foregå. Som kjent er luftkapasiteten størst i grovkornet jord.

Om en tenker seg at jorda er vassmettet, slik som den ofte kan være under og like etter snøsmelting om våren, vil luftinnholdet bli minimalt. Når så telen forsvinner, kan grøftene fungere. Vatnet synker, finner avløp i grøftene, og erstattes derved av relativt varm luft fra atmosfæren. Jo djupere grunnvassspeilet synker, desto mer luft kommer til. Når det så stiger igjen etter sterkt eller langvarig regn, presses luften unna. Liksom grunnvatnet kommer også jordluften i bevegelse.

Men jordas luftveksling kan bare delvis forklares på dette grunnlag. Om sommeren ville den f.eks. bli mindre p.g.a. små synkevassmengder og iallfall liten stigning av grunnvassspeilet.

Enkelte forskere (f.eks. Romell, 1922, og Lundegård, 1924) mener at luftbevegelsen i jorda skyldes forskjell i konsentrasjon av visse luftbestanddeler, at det altså er et diffusjonsfenomen.

Luftbevegelse p.g.a. at grunnvassspeilet synker eller stiger, skyldes i realiteten visse trykkdifferanser. Disse oppstår for øvrig også når sigevatnet synker nedover, likeså når liknende trykkdifferanser forekommer i atmosfæren umiddelbart over jordflaten, f.eks. ved vind.

Endelig kan trykkgradienter oppstå ved temperaturforskjell mellom jord og atmosfære. Når f.eks. jorda er kaldere enn atmosfæren, blir jordluften avkjølt. Derved blir den tyngre. Den synker mot og strømmer ut av grøfteledningene samtidig som den erstattes av varmere luft fra atmosfæren.

Størrelsen av trykkgradientene og dermed luftstrømningen under forskjellige betingelser er diskutert av flere forskere, men kjennskapet til det er enda ganske ufullstendig. Særlig gjelder dette selve forløpet av strømningen. Forskjellige eksperimentelle undersøkelser tyder på at ved luftstrømning gjennom jorda er relasjonen mellom trykkfall og den gjennomstrømmende luftmengde av samme karakter, som uttrykt ved Darcys sats for grunnvatnets strømning.

Modellforsøk (Y. Gustafsson, 1946) viste et liknende strømningsforløp som for grunnvatnets vedkommende, med tilsvarende buformete strømlinjer.

At grøftene fører luft likeså vel som vatn er her i landet undersøkt av Glærum ved forsøksgården Voll (1919). Observasjonene tydet på at luftstrømmer måtte passere gjennom lengre strekninger, antakelig gjennom hele grøftesystemet. For det aller meste gikk luften ut av grøftene. Til visse tider var luftbevegelsen i grøftene ubetydelig eller helt borte. Dette gjelder luftbevegelsen gjennom grøfteledninger i leirjord.

Liknende observasjoner ble også utført på Mæresmyra av Lende-Njå, og resultatet var at en også her kunne konstatere luftstrømning i grøftene.

Direkte maling av den strømmende jordluftmengde er utført av tyskerne Janert & Schönfeld (1934).

Janert skiller for øvrig mellom to slags luftbevegelse i grøftene:

1. Uregelmessige, støtvide luftstrømmer som framkalles av vinden og som derfor vil variere med vindretningen og vindstyrken.
2. Regelmessige, periodiske luftstrømmer i grøftene, framkalt av tempera-



tursvingninger og temperaturforskjellen mellom jord og luft. Disse strømmene går ut av grøftene om dagen og inn om natten.

Siden luftens strømningsforløp i jorda antakelig er noe liknende som grunnvatnets, vil strømmingen også kunne forplante seg i større eller mindre avstand fra grøftene, alt etter strømmingens styrke og jordas porøsitet.

For å kunne stimulere luftstrømmingen gjennom grøftene har det vært foreslått å sette inn lufterør i grøftesystemet, rør som rekker fra ledningen og litt over jordflaten. Av lett forståelige grunner har dette ikke fått noen praktisk betydning og vil sannsynligvis heller ikke få det.

#### XI. JORDFUKTIGHETENS INNFLYTELSE PÅ JORDTEMPERATUREN OG TELEN.

Etter den alminnelige oppfatning er vassjuk eller rå jord kaldere enn godt tørrlagt jord. Rå jord har større varmekapasitet og dessuten kan varmetapet ved fordunstning bli betydelig. Når jorda er vassmettet, vil disse to faktorer mer enn oppveie virkningen av større varmeledningsevne, som jordfuktigheten gir.

Det hevdes også (Kokkonen, 1942) at torvjord oppvarmes raskere i tørr tilstand enn i fuktig, men at sandjord omvendt oppvarmes raskere i fuktig tilstand enn i tørr, og at leirjord inntar en mellomstilling i denne henseende.

Vatnet har omkring dobbelt så stor varmekapasitet som mineralbestanddelene i jorda. Luftens varmekapasitet er så liten at den blir av underordnet betydning i denne forbindelse. Derfor blir det særlig forholdet mellom luft og vatn som bestemmer jordtemperaturen etter en viss tilført varmemengde.

Varmekapasiteten, i kalorier pr.  $\text{cm}^3$ , for noen jordarter ved forskjellig vassinnhold er om lag slik:

Vassinnhold i % av full metning	0	50	100
Sand.....	0.302	0.510	0.717
Leir.....	0.240	0.532	0.824
Humus.....	0.148	0.525	0.902

Som en ser, spiller vassinnholdet en langt større rolle enn selve jordarten.

I et rammeforsøk ved Landbrukshøgskolen ble forholdet mellom vassinnhold og temperatur i 6 ulike jordarter undersøkt. Følgende oversikt viser resultatet. Tallene er middeltall for månedene mai-sept. 1935. Vassinnholdet ble bestemt hver 15. dag, og temperaturen ble avlest 3 ganger om dagen (kl. 8, 14 og 19).

	Volumprosent kapillærvatn	Metningsgrad %	Dagsmiddeltemp. i 10 cm djup, °C.
Sand	5.0	12	16.8
Grus	6.6	19	16.1
Leir	10.8	29	15.4
Bl.jord	15.3	31	14.6
Mold	20.5	31	14.4
Mjele	20.6	40	13.9

På grunn av vatnets store varmekapasitet og stort varmetap ved fordunstning fra mer og mindre vassjuk jord, skulle grøfting således være et virksomt middel til å gjøre jorda varmere.

Ved måling og sammenlikning av temperaturen i grøftet og ugrøftet jord er resultatene ofte blitt høyst forskjellige. Det samme gjelder også ved sammenlikning av temperaturen i jord med lukte grøfter og i jord med åpne grøfter. Når resultatene er framkommet under andre klima- og jordartsforhold, tør det være klart at de ikke uten videre kan anvendes på våre forhold. Ofte er resultatene av undersøkelser over relasjonen mellom jordas fuktighet og temperatur funnet på grunnlag av bare enkelte og kortvarige observasjoner.

Variierende resultater kan skyldes at forskjellen i vassinnhold mellom grøftet og ugrøftet jord ikke har vært ens. Dessuten vil årstida og avlesingstidene i døgnet spille inn. Våt jord vil således, når den først er oppvarmet, avkjøles langsommere, og kan da ved avlesing om morgenen vise høyere temperatur enn tørr jord. Om høsten kan en få samme forholdet. Ved temperaturobservasjoner i varmeste sommertida må en også ta hensyn til grunnvasstanden, når en bedømmer resultatet. Dersom grunnvatnet f.eks. ved plantenes forbruk er senket under grøftenivået både i grøftet og ugrøftet jord, kunne en komme til å trekke den sannsynligvis feilaktige konklusjon: at grøfting ikke har noen innflytelse på jordtemperaturen. Således er en f.eks. i forsøk med ulike grøftedjup kommet til den oppfatning at grøftedjupet (90, 120 og 150 cm) ikke hadde den minste innflytelse på jordas temperatur (Rothe og Philipp, 1933). Imidlertid hadde grunnvasspeilet ligget djupere enn grøfteledningene ved nesten alle temperaturmålinger.

Det kan være rimelig at temperaturforskjellen mellom grøftet og ugrøftet jord blir ubetydelig i varmeste sommertida og til andre tider, når fuktighetsforholdene er mest ens. Derimot er det nærliggende å slutte at en viss temperaturforskjell om våren vil ha relativt stor betydning for jordas tørking og arbeiding, for såing og spiring.

For å finne grunnvasstandens innflytelse har Westermann (1936) i årene 1897-98 utført karforsøk med grunnvasstandene 1, 2 og 3 fot. Temperaturen ble målt 4 ganger daglig i 4 cm djup.

Høytstående grunnvatn bevirket her høyere jordtemperatur om morgenen, men lågere om dagen. De største temperaturforskjeller fant han kl. 14, og de var større i august måned enn ellers i vegetasjonstida. Videre var jordtemperaturen vesentlig påvirket av grunnvatnet bare når det vedvarende stod på ca. 1 fots djup - altså like oppunder matjordlaget.

Semb (1939) målte jordtemperaturen i et grøftforsøk som Jordkulturforsøkene hadde på Kvestad i Ås. Grunnvasstanden hadde her liten virkning på jordtemperaturen. Temperaturforskjellene var som regel under  $1^{\circ}$  C, selv om det var relativt stor forskjell i grunnvasstanden. I forsøksårene, 1932-34 var det dog lite snø, slik at forskjellen i grunnvasstand skrev seg fra regn, og ikke fra kaldt snøvatn som skulle oppvarmes. Vassinnholdet i matjordlaget var også omtrent like stort enten jorda var grøftet eller ikke.

Etter Feilberg (1937) fant en i forbindelse med et grøftforsøk i Danmark ved måling av temperaturen i 5-10 cm djup at loirjord med lukte grøfter i de fleste tilfelle var varmere enn samme jord med åpne grøfter. Temperaturforskjellen var dog vanlig mindre enn  $2^{\circ}$  C.

Finske forsøk (Juusela, 1945) i årene 1940-42 på stiv loirjord ga følgende hovedresultat ved sammenlikning av temperaturen i jord med lukte grøfter og i jord med åpne grøfter:

1. Om høsten, da forskjellen i fuktighet var ubetydelig, var det også praktisk talt ens temperatur. Dette forhold holdt seg så lenge jorda var tien.
2. Først når jorda frøs til, ble temperaturforskjellen etterhvert større, og i løpet av vinteren ble jorda desto mer avkjølt jo høyere grunnvassspeilet hadde vært og jo mer is telesjiktet inneholdt. Da fuktigheten i jord med lukte grøfter var minst på denne tida, ble denne jorda derfor varmest.
3. Da temperaturen i telesjiktet utover våren nærmet seg  $0^{\circ}$ , avtok temperaturforskjellene både i telen og i jorda under den, slik at de ved den egentlige teleløsning var likeså små som i høstmånedene. Jorda ble

fortere varm jo mindre is telesjiktet inneholdt, dvs. hvor jorda var grøftet med lukte grøfter. I midten av mai, 1941 og 1942, fant en de største temperaturdifferanser.

I 20-60 cm djup var jorda med lukte grøfter da i middel  $2,4^{\circ}$  varmere enn hvor det var åpne grøfter.

4. Observasjonene over relasjonen mellom jordfuktighet og jordtemperatur viste her at jordtemperaturen fulgte endringene i lufttemperatur desto lettere jo fuktigere jorda var.

Dette forklares ved at varmeledningsevnen stiger sterkere enn den avkjølede og uthalende virkning inntil en viss fuktighetsgrad. Det skulle derfor ikke stå i strid med den vanlige antakelse, som særlig skal gjelde for vassmettet jord.

Når det gjelder teledannelsen, er det av interesse å vite i hvilken grad grunnvasstanden, derved også forholdet lukte kontra åpne grøfter, virker på den vassmengden som blir lagret i telesjiktet.

Når jorda fryser til, øker vassinnholdet i telesjiktet, mens det avtar i jordlaget like under. Det hevdes også (Beskow, 1935) at vatnet utelukkende ledes kapillært fra grunnvatnet og til telesjiktet. Derfor vil vassinnholdet i telesjiktet bero både på grunnvasstanden og på jordas kapillære egenskaper, samt naturligvis på telelagets tykkelse.

Telelagets struktur avhenger av vassmengden i det. Det er funnet (Kokkonen, 1926) at hver jordart har sin spesifikke televassmengde. Når denne fryser, dannes det ikke atskilte issjikt, men vatnet fryser omkring de faste jordpartikler. Denne telen får en "massiv" struktur. Først når jordas vassinnhold overstiger denne spesifikke vassmengde, kan det dannes rene issjikt. De viser seg alminnelig som lysere, horisontale striper.

Med dette følger også tilsvarende volumforøkning; jordlaget løftes opp. En får teleheving.

Forsøk har vist (Franck, 1936) at denne teleheving er større jo høyere grunnvatnet står:

<u>Grunnvasstand</u>	<u>50 cm</u>	<u>120 cm</u>
Teleheving	5 - 15 cm	0 - 5 cm
Opptransportert vatn	240-500 m <sup>3</sup> /dekar	40-140 m <sup>3</sup> /dekar.

De minste tallene gjelder for leirjord, de største for sandjord og torvjord.

Når jorda tiner, blir det mer eller mindre fritt vatn, som vil sige nedover igjen. Selv om dette vatnet kan sige gjennom telen, om den ikke er for tykk og for kompakt, vil det iallfall ha tendens til å holde dårlig grøftet jord lengre rå i overflaten.

Franck mener ellers at sterkere tørrlegging medfører at telen går forttere om våren.

Ved de finske undersøkelser (Junsela, 1945) fant en at telen i grøftet jord var borte i middel 10 dager etter snøsmeltingen. Da en likevel ikke kunne observere noe vatn på overflaten, måtte det for største delen ha seget gjennom telelaget. At dette var tilfelle, viste også det stigende grunnvasspeil i slutten av april, og den store vassføring i grøfteledningene under hele snøsmeltingsperioden.

Av de finske forsøk framgår for øvrig at:

1. Jord med åpne grøfter har frosset djupere enn samme jord med grøfteledninger, eller med andre ord: i samme jord går telen djupere når jorda er rå enn når den er tørr.
2. Telelagets vassinnhold var større hvor det var brukt åpne grøfter enn der hvor grøftene var lukket; eller i alminnelighet: jo høyere grunnvatnet står under teledannelsen, desto mer vatn i telen.
3. Da telesjiktet i jorda med åpne grøfter var djupere og mer vassholdig, ble også den absolutte vassmengden i telesjiktet større her enn i jord med lukte grøfter. Resultatet var da også at telen satt lengre i, og at det tok lengre tid før jorda ble bekven mellom de åpne grøftene. Således viste observasjonene i 1941 at telen gikk 7-10 dager før i jord med lukte grøfter enn der hvor grøftene var åpne, i samme jordart.

## XII. ULEMPER AV FOR RÅ JORD.

Jordarbeiding. Det er alminnelig erfaring at for rå jord er både tung og vanskelig å arbeide med. Jo mer finkornet den er, desto varre er det. Om våren er riktig tørr, kan det være mulig å få strukturen noenlunde; men senere regnvar vil fort kunne slemme jorda til og gjøre den utjenlig som voksested for kulturplantene. Dersom en har dårlig grøftet og løs myr, vil en i mange tilfelle bli ganske bundet, når det gjelder tidspunktet for vårarbeidene. Enten blir en nødt til å utføre all vârkjøring så tidlig som mulig på telen, eller også må en vente, kanskje til bortimot midtsommers-tid, før en får gjort noe.

Også høstarbeidene blir vanskelige, når jorda er dårlig grøftet, særlig ved langvarig regn i leirjordstraktene.

Såtida vil henge ganske nøye sammen med mulighetene for å kunne arbeide på og med jorda. Som regel vil for rå jord gi sen såing, og dermed

også de ulemper som følger med dette: mindre avling og dårligere kvalitet, spesielt for vekster som skal ha en viss modning. Selv om det går an å så til vanlig tid, vil for rå jord være så sur og kald at frøet råtner istedenfor å spire.

Plantevalget blir ganske begrenset på rå jord. Mange vil ha erfart at av kornartene kan bare havren gi noenlunde avling. Ellers er det engvekstene som er særlig brukbare. Dels skyldes dette at en da ikke behøver å arbeide jorda om våren, når grunnvatnet står høyest. Dels skyldes det at engvekstene tåler relativt høytstående grunnvatn, iallfall om våren. Senere i vegetasjonstida kan det ved plantenes forbruk senkes på et mer laglig djup.

Ugraset. Som regel er det ingen mangel på ugras i forsumpet jord. Dårlig jordarbeiding gjør det vanskelig å holde ugraset nede, samtidig som kulturplantene ofte står i stampe utover forsommeren i kald jord. Derved får ugraset bedre tak. Flere ugrasarter ser for øvrig ut til å like seg best i rå jord. Det er f.eks. tilfelle med sølvbunke, krypkvein, krypsoleie, soleiehov, halvgras samt mose i eng og beite, videre vassarv, flere polygonumarter, åkersnelle og åkersvinrot m.fl. i åker.

Derfor blir bedre grøfting det første en har å gripe til når ugraset varig skal holdes nede i åker, eng og beite.

Mange plantesykdommer, særlig de som framkalles av ulike sopper, synes å være verst på sumpig jord. Som eksempel kan nevnes klumprot hos korsblomstrede planter, og rust på korn og gras.

Det beste råd mot angrep av flere insekter, f.eks. jordloppe, frittflue og byggflue, har tidligere vært å så tidlig samt sørge for at plantene fikk god start med rask vekst. Derved skulle de bli kraftige nok til å tåle angrepet, når tida for dette kom.

Denne forholdsregel kan ikke gjennomføres uten at jorda er tilstrekkelig tørrlagt.

Rotsystemet. I jord med høytstående grunnvatn om våren tvinges plantene til å utvikle røttene bare i det øvre jordlaget. De blir grunne og mer eller mindre forkrøplet. Senere på sommeren vil de derfor kunne lide mer av tørke her enn på bedre grøftet jord.

Planter som skal overvintre, vil ha lettere for å fryse opp i rå jord. Dessuten kan røttene slites av på grunn av teleheving.

Isbrann. Dette er en mest utsatt for i lågere liggende partier, og særlig om overflatevatnet om senhøsten og vinteren ikke skaffes avløp, men fryser til et sammenhengende isdekke.

Bruken av beite. Tidlig slipping av dyrene om våren kan vanskelig gjennomføres uten at beitet er tilstrekkelig grøftet og fast nok. I allfall vil marken kunne bli så opptråkket at dette f.eks. vanskeliggjør senere bruk av slåmaskin til puss av beitet.

Utvasking. Den blir vanlig større når grunnvatnet ofte og i lengre tid står høyt. I lysimeterforsøket ved Rothamsted ble det gjennomsnittlig for 23 år utvasket omkring dobbelt så mye kvelstoff når grunnvasstanden var 0,5 m som når den var 1,5 m.

Foruten de momenter som her er nevnt, kan det også være andre forhold som øker nytten av grøfting.

Lønnsomheten ved grøfting er som regel opplagt. Verdiøkningen vil som oftest være større enn utgiftene ved grøftinga.

Ved nydyrking i enkelte strøk med tettere jord og relativt stor nedbør, må systematisk grøfting av jorda betraktes som en absolutt betingelse for å kunne drive jordbruk.

I det hele kan en si at grøfting av for rå jord er den første betingelse for en mer intensiv planteproduksjon.

### XIII. VIRKNINGEN AV FORSKJELLIG GRUNNVASSTAND PÅ VEKST OG AVLING.

Etter det som er sagt om ulempene av vassjuk jord med høyt grunnvatn, vil det være av stor interesse om mulig å få mer eksakte uttrykk for relasjonen mellom grunnvasstanden og avlingens størrelse. Derav kunne en f.eks. tenke seg å trekke visse slutninger om grøftingens nødvendige intensitet, når hensyn bare tas til plantenes reaksjon.

Spørsmålet kan bare klarlegges ved forsøk. Spesielle norske forsøksresultater foreligger ikke, men det er i årenes løp utført en stor mengde utenlandske forsøk. Resultater som er framkommet under vesentlig andre klimatiske vilkår enn våre, kan vi ikke direkte overføre på norske forhold. Derfor refereres i det følgende bare resultater fra forsøk som er utført i våre naboland Danmark, Finnland og Sverige.

Ut fra vanlig jordbrukserfaring vet en på forhånd at resultatet vil variere med plantearten, jordarten og værlaget. Foruten den faktor som skal undersøkes, virker ofte samtidig et kompleks av andre faktorer som det er vanskelig å isolere. Derfor vil en kunne se at det hittil ikke er oppnådd helt entydige resultater. Som framholdt av Westermann (1936), kan en ikke engang på samme sted vente ensartete resultater fra år til år, selvom

jord- og planteart er den samme og plantesykdommer ikke forstyrrer. Værlaget alene kan bevirke vesentlige variasjoner. Når det gjelder nedbøren, virker ikke bare den totale nedbør i vegetasjonstida, men kanskje likeså mye dens fordeling og da særlig i tida med den største stoffproduksjon.

A. Danske forsøk.

Ved grunnvasstandsundersøkelser på de dyrkede sanddynene ved Skagen, omkring 1890-98, kom Thygesen til det resultat at på denne gjennomtrengelige jorda fikk en størst avling av engvekster når grunnvasstanden var 0,3-0,4 m. For vårkornartene var ca. 0.4 m best i varme somrer, men 0,5-0,6 m i kaldere og mer nedbørrike år. Ved større grunnvasstand enn ca. 0,8 m fikk en i det hele ingen avling. Årsnedbøren dreier seg her om 500-600 mm.

Westermann brukte sinksylindrer, nedgravd i jorda. De var 1.25 m lange med 0,5 m<sup>2</sup> tverrsnittsareal. I disse ble grunnvassnivået holdt konstant gjennom hele vekstperioden. Resultatet framgår av tabell 10:

Tabell 10.

Vekst	År	Jordart	Grunnvasstand i m.		Avling på B i % av A
			A	B	
Havre	1898	leirjord	1,00	0,50	64
"	1905	sandjord	0,90	0,60	184
Bygg, 2 radet	1921	leirjord	1,00	0,55	99
Gul lupin	1905	sandjord	0,90	0,60	126
Tidligrødkløver	1906	leirjord	0,90	0,60	129
Luserne	1909	"	1,00	0,60	99
"	1911	"	"	"	97
"	1913	"	"	"	90
"	1915	"	"	"	93
Sukkerbeter	1905	"	0,90	0,60	87

Som en kunne vente, var den minste grunnvasstand best i sandjord, likeså også for tidlig rødkløver på leirjord. Lusernen var lite påvirket av grunnvasstanden, rimeligvis p.g.a. sitt djupe rotsystem. Den sterkt nedsatte havreavling på leirjord ved minste grunnvasstand, bør iflg. Westermann sees på bakgrunn av særskilt stor forsommernedbør det året.



B. Finske forsøk.

Ved Leteensuu forsøksstasjon utførtes i årene 1906-1927 omfattende forsøk på s.k. "kärrtorvjord", næringsrik, god myr, som delvis ble leirkjørt. Årsnedbøren i forsøksårene var omkring 600 mm. I oversikten nedenfor settes avlinga på 10 m brede teiger med 0,75 m djupe grøfter = 100:

Tabell 11.

Vekst	År	Grøfte- avstand, m	Grøftedjup, cm		
			50	75	100
Bygg	1908- 1911	10	110,6	100,0	102,0
		20	118,1	109,0	86,5
		30	107,5	112,2	92,0
Havre	1906, 1912, 1913, 1915	10	99,0	100,0	66,2
		20	84,3	100,2	74,0
		30	79,8	86,2	70,2
Grønnfor	1907 1909 1914	10	103,6	100,0	98,0
		20	90,4	106,0	110,7
		30	94,8	106,0	98,7
Turnips	1908- 1915	10	98,9	100,0	102,0
		20	104,0	104,7	98,5
		30	96,0	108,8	102,2
Kålrot	1908- 1915	10	108,7	100,0	71,6
		20	83,6	109,6	79,4
		30	90,4	116,4	86,5
Høy	1910- 1916	10	147,4	100,0	93,4
		20	141,6	114,0	100,5
		30	131,7	116,0	108,4

Det ser ikke ut til at en i noe tilfelle bør senke grunnvatnet mer enn svarende til bruk av 75 cm djupe grøfter. Til engvekstene har 50 cm djupe grøfter vært best ved alle grøfteavstander, men med 10 m avstand som optimum.

I en avhandling av Matti Ware (1947) legges fram resultater fra forsøk med oppdemning av grunnvatn og forsøk over relasjonen mellom grunnvasstand og avling på Maasoja forsøksfelt ved Vitki, ca. 6 mil nordvest for Helsingfors.

Forsøkene pågikk i årene 1939-1944 både på fastmarksjord og myr-  
jord, henholdsvis gytjeholdig, middels stiv leirjord og grasmyr (starrtorv).  
Forsøksfeltet var oppdelt i 34 forsøksflater, hver på ca. 450 m<sup>2</sup>. Disse  
var igjen delt i 15 like store parseller. Omkring hver forsøksflate på  
450 m<sup>2</sup> var det åpen grøft hvor vatnet ble demmet opp og holdt på konstant

nivå i forsøksstida. Vatnet ble demmet opp til 20 cm under jordoverflaten, dels bare i juni eller juli, dels i både juni og juli. Grunnvasstanden på forsøksflatene uten oppdemming var omkring 65-70 cm, minst om våren i mai, men økende utover høsten til og med september.

Forsøksvekstene var samtidig havre, kløver og timotei. Det gjennomsnittlige resultat fra demmingsforsøket, uttrykt i % av avlinga uten oppdemming, var følgende for årene 1939-1944:

Tabell 12.

	Leirjord			Myrjord		
	Tid for grunnvassoppdemmingen					
	Juni	Juni + juli	Juli	Juni	Juni + juli	Juli
Havre, kjerne	103,4	101,7	94,3	68,2	65,0	96,8
Kløver, 1. + 2. slått	128,5	130,6	107,4	110,0	117,3	93,5
Timotei, 1. + 2. slått	124,0	128,7	114,4	125,3	128,1	104,1

På leirjord er den gjennomsnittlige avling av havre omtrent den samme med som uten oppdemming. Men i årene 1939-41 ble det betydelig avlingsøkning etter oppdemming. Forsommernedbøeren var da meget liten. Gjennomsnittlige prosenttall for disse årene er 126,3, 131,1 og 99,3.

I de nedbørrike årene 1942-44 bevirket oppdemming derimot en viss nedgang i havreavling på leirjorda.

På myrjorda medførte oppdemming i juni gjennomgående nedsatt havreavling, mens julidemming ikke har påvirket havreavlinga vesentlig.

Engvekstene har gitt vesentlig større avlingsøkninger etter oppdemming på begge jordartene. Særlig i de tre første årene var utslagene meget store.

Gjennomsnittlige prosenttall 1939-41 for timotei på leirjorda er 168,7, 174 og 147; for timotei på myrjorda 152,4, 174 og 123,5 %.

Da demming i juli bare kunne påvirke 2. slått, er det rimelig at junidemming ga største utslag.

Samtidig med demmingsforsøket ble det utført et annet forsøk som hadde til hensikt å bestemme relasjonen mellom grunnvasstand og avling. Vatnet ble demmet opp i grøftene omkring to forsøksflater. Disse flatene hadde en viss helling i lengderetningen slik at grunnvasstanden i de forskjellige parseller ble ulik. Demminga utførtes i begynnelsen av juni og vasstanden i grøftene ble holdt konstant i hele vegetasjonstida.

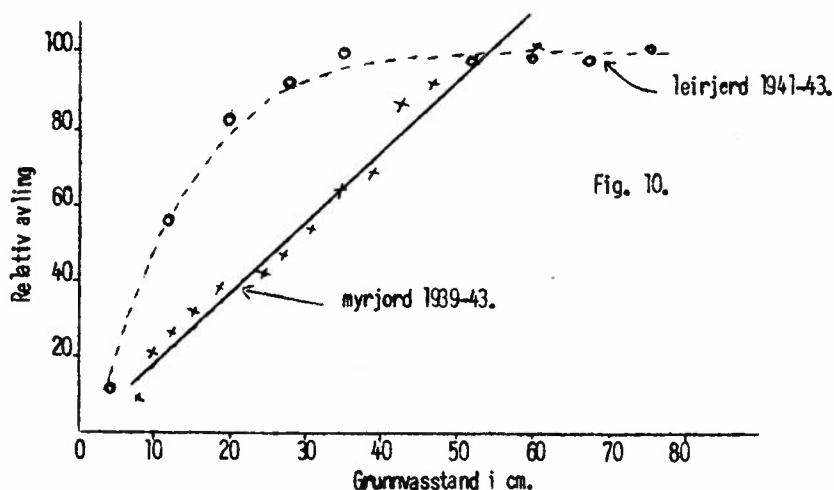


Fig 10 viser resultatet for havreavlingene, angitt i % av avlingen ved 78 cm grunnvasstand i leirjord og 60 cm i myrjord. Som en ser, er avlingskurven for myrjorda nær rettlinjet; men den har utpreget krocket forløp for leirjorda. Her er det omtrent samme avling ved 30 cm grunnvasstand som ved 60 cm.

Hensikten med dette demmingsforsøket var spesielt å få holdepunkter for å bedømme skaden på dyrket jord i forbindelse med vassdragsreguleringer. Som kjent kommer største flommen først litt ut på våren og forsommeren med påfølgende stigning av vasstanden i magasinene og tilsvarende stigning av grunnvasspeilet i jorda omkring dem. Svarende til dette ble demningen derfor satt i verk fra begynnelsen av juni. Før om våren ble grunnvatnet holdt på lågere nivå, 55-60 cm. Resultatene er således ikke til direkte rettledning for heldigste tørrleggingsdjup som burde anvendes under forholdene på forsøksplassen og tilsvarende forhold ellers.

Forsøket over relasjonen mellom grunnvasstand og avling er utført med jord i naturlig lagring, men likevel avviker det mye fra helt naturlige vilkår, særlig ved låg grunnvasstand fra våren av; men høyere senere.

### C. Svenske forsøk.

Ved Svenska Mosskulturföreningens vegetasjonsgård i Jönköping ble i årene 1912-16 utført en serie undersøkelser over grunnvasstandens virkning på engvekstene, kløver og timotei i blanding. Jordartene var vel formoldet grasmyr og lite formoldet kvitmosemyr. Forsøkene ble utført i betongsisterner 0,8 x 0,8 m og 1,2 m djupe. Grunnvasstanden ble holdt konstant i hele veksttida på de nivå som skulle prøves.

Det gjennomsnittlige resultat, uttrykt i relative tall, var følgende (e. Nystrøm & Osvald, 1918):

Tabell 13.

	Grunnvasstand i m				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1
Grasmyr	82,3	100,0	92,6	90,6	90,5
Kvitmosemyr	100,0	98,3	71,0	53,2	43,5

Som en ser, reagerte engvekstene betydelig skarpere for forskjellig grunnvasstand i kvitmose enn i grasmyr. Forklaringen på dette er at i kvitmosemyr gikk røttene bare 15-20 cm ned uansett grunnvasstanden, mens de i grasmyr gikk ned til grunnvatnet i forskjellig nivå. På kvitmosemyr fikk en regelmessig største avling av kløver ved 0,4 m, og av gras ved 0,2 m grunnvasstand.

Særlig på grasmyr var det større variasjon etter værforholdene. Her var avlingen størst to ganger ved grunnvasstanden 0,4 m og en gang ved hver av vasstandene 0,6, 0,9 og 1,1 m. I tørre og varme somrer ga høyeste grunnvatn største avling, omvendt i nedbørrike år. Den høyeste grunnvasstand, 0,2 m, syntes i normale år å virke mindre heldig på timotei; kløver derimot ga beste avling ved denne jordfuktighet, men gikk for øvrig fort ut i grasmyr.

Ved Experimentalfältet ble i årene 1920-28 utført en i prinsippet likeartet forsøksserie med 4 jordarter, nemlig

1. Moldfattig, moldbl. sand, mer finkornet undergrunn.
2. 30 cm djup moldfattig leirjord, tettere undergrunn.
3. Djup, moldrik leirjord, god kapillær ledningsevne.
4. Djup, sandblandet, godt formoldet grasmyr.

Resultatet framgår av tabell 14. I høyre del av denne er avlingen angitt i % av middelavkastningen for hele forsøksperioden.

Tabell 14.

Jord- art nr.	Optimal grunnvasstand i cm		Grunnvasstand i cm				
	Bygg, havre, hvete, pototer, raigras	Nepe	50	75	100	125	150
1	50 - 75	125	111,8	110,3	102	91,5	84,4
2	ca. 75	125	106,7	106,4	97,4	99,0	90,5
3	100 - 125	150	88,1	99,6	99,7	105,3	107,3
4	ca. 100	150	91,5	103,8	103,4	106,8	99,5

Det viste seg også her at værforholdene virket sterkt på resultatene. I tørre og varme år fikk en således som regel beste resultat ved de høyeste grunnvasstander.

Det framgikk videre at vekstene hadde noe ulike krav til grunnvasstanden. I en særstilling står rotvekstene med krav om jevntover låg grunnvasstand. De øvrige vekster viste seg mer moderate i så måte.

Når de forskjellige vekster går inn i omløpet, er det imidlertid vanskelig å ta hensyn til deres spesielle krav m.h.t. grunnvasstanden. I praksis tør det være mest økonomisk med en tørrlegging som gir best mulig gjennomsnittlig effekt. Høyre del av tabell 14 viser forsøksresultatene ut fra denne betraktning. For sandjord og moldfattig leirjord ble det beste resultat med grunnvasstanden ned til 0,75 m. For denne leirjorda forklares dette ved (Franck) at den var meget tett i undergrunnen. Planterøttene hadde vanskelig for å trenge gjennom, samtidig som den kapillære vasstransport gikk for sent fra lågtstående grunnvatn. Det omvendte var tilfelle med den moldrike, djupe leirjorda.

Det gjennomsnittlige utbytte på myrjorda (grasmyr) var mer uavhengig av grunnvasstanden, unntatt herfra er den høyeste, 0,5 m, som ga mindre avling.

I årene 1939-46 ble et grunnvasstandsforøk utført ved Ultuna som markforøk, med jord i naturlig lagring. Forsøksrutene ble avgrenset ved spuntvegger, og grunnvasstanden i de enkelte ruter ble regulert v.h.a. hevertledninger som stod i forbindelse med reguleringsbassenger. De prøvde vasstander varierte fra 0,1 til 1,5 m med 0,2 m intervall. I hvert forsøksledd var grunnvasstanden konstant hele vegetasjonstida. Jordarten på forsøksfeltet var leirholdig grasmyr med undergrunn av gytjeholdig leire. Forsøksveksten var havre i alle årene.

Havreavlingene hadde tendens til å øke med synkende grunnvasstand her, men lågere vasstand enn 0,7 m ga ikke nevneverdig utslag.

Et annet forsøk ble i 1941 anlagt på Gotland. Her brukes betongrør med 1 m diameter. De ble gravd ned slik at jorda inni dem beholdt sin naturlige lagring. Under jordsylinderen støptes så en betongplate.

Matjorda her er ca. 2 dm tykk, godt formoldet grasmyr på undergrunn av "kalkbleke".

Grunnvasstanden holdes konstant i vegetasjonstida, og her prøves vasstandene 0,15, 0,30, 0,45, 0,60, 0,75, 0,90 og 1,05 m.

Resultatet til og med 1946, som gjelder engvekster, synes å tyde på at i tørre år blir avlinga størst med grunnvasstanden omkring 0,45 m.

Men i år med relativt rikelig nedbør har grunnvasstand omring 0,75 m gitt størst avling.

Disse to sistnevnte forsøk er, liksom det finske, i realiteten oppdemningsforsøk, hvor grunnvasstanden om våren, sammenliknet med vassjuk jord, var relativt låg. Om høsten etter forsøksperiodens slutt sank den for øvrig her til samme djup i alle ledd.

Både disse markforsøk og karforsøk avviker fra helt naturlige vilkår også ved at grunnvasstanden er holdt konstant i hele vegetasjonstida. Nyere undersøkelser over jordas vasshusholdning synes å tyde på at dette heller sjelden vil være tilfelle under naturlige forhold. Grunnvasstanden vil bero på jordas gjennomtrengelighet og den derav betingede vassbevegelsen, samt ikke minst på vegetasjonens vassforbruk.

Om en på grunnlag av forsøkene skal forsøke å trekke noen konklusjon om beste tørrleggingsdjup under bestemte forhold, må en være merksam på at tørrleggingsdjup og grunnvasstand ikke er synonyme begrep.

Ved karforsøkene vil jorda som er fylt i forsøkskarene, få annen struktur og gjennomtrengelighet, andre fysikalske egenskaper i det hele enn samme jordart i naturlig lagring.

Som en vil forstå, er det flere faktorer som gjør at forsøkene ikke er direkte sammenliknbare med naturlige forhold i marken. Vanskeligheten ligger i å kunne overføre og å nytte resultatene i praksis.

De nevnte forsøk gjelder gunstigste grunnvasstand i den tida plantene bruker mye vatn, i veksttida. Et forsøk av Freckmann (Tyskland) skulle vise gunstigste grunnvasstand i tida utenom veksttida. Forsøket lå på leirblandet sandjord med kløver som forsøksvekst. Grunnvasstanden varierte fra 40 til 100 cm. Resultatet var følgende, avling i relativtall:

Grunnvasstand	Avling
Den samme vinter og sommer.....	90
Låg om vinteren, høy om sommeren.....	100
Høy om vinteren, låg om sommeren.....	52

#### Konklusjon:

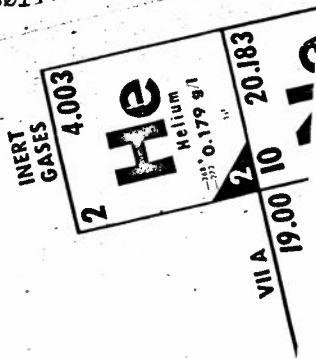
Av de foregående nevnte forsøksresultater vil det ha framgått at de hittil ikke gir noe entydig bilde av relasjonen mellom grunnvasstand og avlingens størrelse, eller angir noe nærmere fiksert beste tørrleggingsdjup under bestemte klimatiske vilkår for en viss vekst og en viss jordart.

Imidlertid viser forsøkene at de forskjellige kulturvekster ikke stiller samme krav til grunnvatnets nivå, og at den beste grunnvasstand for samme vekst dels beror på jordarten, dels, og ikke minst, på klimaet.

a) Av jordbruksvekstene er det rotvekster som reagerer mest for høytstående grunnvatn. Av rotvekstene er det betene som krever sterkest tørrlegging. Dette står i forbindelse med rotsystemets kraftige utvikling. Fordi rotvekstene som regel bør såes tidlig, og fordi røttene utvikles på et meget tidlig stadium, må grunnvatnet allerede fra våren av senkes på tilfredsstillende nivå. Til samme kategori som rotvekstene, regnes også de fleste hageveks

Høst Korn  
gjelder dette høst  
rugen.

Av vårk  
Men det er spørsmål  
størrelse



Figurblad 9.

i

hv

nir

saml

en ba

drift

jord i

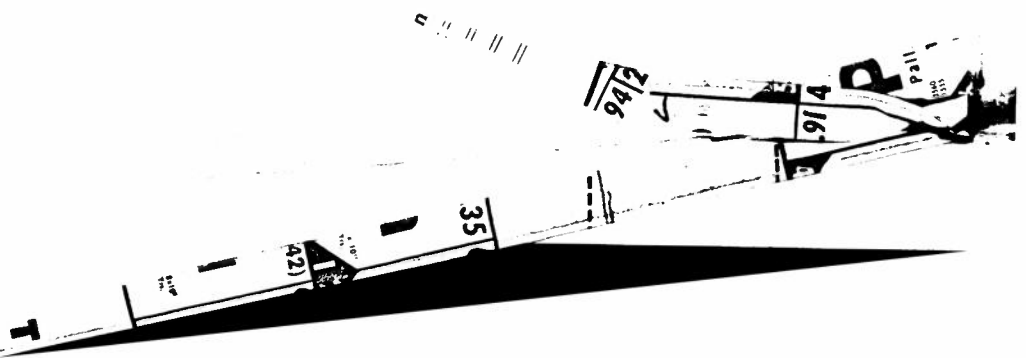
forsøken

innen pl

jordas og

grunnvatne

EMENTS



god kapillær ledningsevne. Det vil dog som regel være uheldig om grunnvatnet i lengre tid står helt opp i matjordlaget.

I finkornet mineraljord, leirjord, er det særlig undergrunnens beskaffenhet som er avgjørende. Er denne meget tett, kan planterøttene ikke trenge ned. Heller ikke kan vatnet ledes fort nok opp kapillært. Derfor viser også forsøk gode resultater ved rimelig senking (inntil  $3/4$  m) av grunnvatnet i dette tilfelle (se tabell 14 og fig. 10). Likevel må denne jorda også grøftes såpass at den tørker tidlig nok og så jevnt som mulig for vårarbeidernes og spiringens skyld. Moldrik leirjord med relativt lett gjennomtrengelig undergrunn er mer indifferent, hva grunnvatnets senking angår. Men det er tendens til at djupere grunnvasstand gir noe større avling.

For grovkornet mineraljord, sandjord, viser forsøkene at ganske høytstående grunnvatn er best. I enkelte tilfelle kan det også være en absolutt betingelse for å få avling i det hele. Forholdet her er imidlertid at en ved grøfting har liten evne til å regulere grunnvasstanden. Ofte vil den ganske tidlig på året synke under grøftenes nivå, og også langt under rotsonen. Dertil kommer at den kapillære vasstransport i de fleste tilfelle er meget begrenset.

I godt formoldet grasmyr kan grunnvatnet uten skade senkes djupt. Planterøttene vokser nedover ettersom grunnvatnet synker innen rimelige grenser.

Med lite formoldet kvitrosemyr er det derimot annerledes. Djup senking av grunnvatnet viser seg her avgjort uheldig. Det fører til at plantene lett lir av tørke. Årsaken er særlig at planterøttene som regel ikke trenger djupere enn 15-20 cm, dvs. ikke djupere enn gjødsel og kalk er blandet inn. Dessuten er den kapillære ledningsevne for dårlig i slik løs myr.

I det hele tyder forsøksresultatene på at myrjord kan gi full avling med noe høyere grunnvasstand enn tidligere alminnelig antatt. Et annet spørsmål er det om myrjorda da blir for lite bæredyktig til at avlinga kan høstes med hest- eller traktorredskap uten ulempe, om en forutsetter at vårarbeidene kan utføres på telen.

c) Klimaet. Det er en selvfølge at plantene blir mindre avhengig av grunnvatnet, om nedbøren er rikelig, samt godt fordelt i veksttida.

Forsøkene viser derfor at i relativt kalde og regnrrike somrer, får en større avling ved lågere grunnvatn enn i tørre og varme år.



Hos oss rekker en vanlig med grunnvasstanden 50-100 cm, alt etter jordarten og bruksmåten, i hagebruket, særlig ved frukt dyrking, noe mer, 100-150 cm.

Når jorda er grøftet, beror det på dens gjennomtrengelighet hvor fort grunnvatnet kan synke. Men i en og samme jordart er det særlig grøfteavstanden og grøftedjupet som bestemmer hvor fort og hvor djupt grunnvatnet kan synke etter snøsmelting eller langvarig regn. Disse to faktorer er i første rekke også avgjørende for grøftekostnaden. Derfor blir valget av gunstigste avstand og djup det sentrale spørsmålet ved all systematisk grøfting.

#### XIV. GRØFTEAVSTANDEN.

##### A. Faktorer som har betydning for den optimale grøfteavstanden.

Med grøfteavstanden mener en avstanden mellom sidegrøftene i et grøftesystem. I strøk hvor jord og terreng ikke gjør systematisk grøfting nødvendig eller brukbar, får en heller ikke så mye bruk for noen bestemt grøfteavstand. Men ellers er det både viktig og vanskelig å finne den heldigste grøfteavstand i hvert enkelt tilfelle.

Grøfteavstanden beror på mange faktorer. De viktigste er følgende:

- a. Jordarten.
- b. Nedbøren.
- c. Bruksmåten.
- d. Terrengfallet.
- e. Grøfteretningen.
- f. Grøftedjupet.

a. Jordarten er vanlig den avgjørende faktor idet grøfteavstanden vesentlig bør rettes etter jordas gjennomtrengelighet. For sand-mojord og mjele er gjennomtrengeligheten for vatn et ganske entydig begrep, idet den i hovedsaken bestemmes av disse jordarters kornstørrelse. Derfor kan også laboratoriebestemmelse av gjennomtrengeligheten i dette tilfelle gi et praktisk brukbart mål på den.

For en og samme leirjord derimot, vil gjennomtrengeligheten variere med fuktighetsgraden p.g.a. kolloidenes svelling; men kolloidene gir også mulighet for dannelsen av sprekker og konkresjoner. Forekomsten av disse samt deres størrelse og varighet er i realiteten helt avgjørende for leirjordas gjennomtrengelighet.

Jo mindre gjennomtrengelig jorda er, desto tettere må grøftene ligge. På grunn av større motstand tar det da lengre tid før vatnet kommer fram til ledningene. Dessuten er grunnvassspeilets stigning av samme grunn også sterkere. Ved for stor grøfteavstand kan det da bli liggende mest horisontalt og høyt i de midtre partier av grøfteteigene.

I lite formoldet, lett kvitmosemyr brukes betydelig større avstand mellom grøftene enn i mer formoldet og tyngre myr, f.eks. grasmyr. Dels skyldes dette at lite formoldet, lett myr har større gjennomtrengelighet enn tyngre myr, dels at planterøttene i kvitmosemyr helst ikke vokser djupere enn gjødsel og kalk er blandet inn.

b. Nedbøren. Under ellers like forhold vil større nedbør betinge noe mindre grøfteavstand, iallfall i de tilfelle økende nedbør gir større sivevassmengder. Faktorer som påvirker sivevassmengden, er tidligere omtalt.

c. Bruksmåten. Som kjent har de ulike kulturvekster noe forskjellig krav til tørrlegging. Om vi stadig kunne dyrke samme vekst på samme skifte, og om vi visste hvordan framtidens plantedyrking kommer til å arte seg, kunne det være mulighet for ganske sterkt differentiert grøfting. Hos oss brukes imidlertid jorda ganske allsidig. Derfor må grøfteintensiteten som regel velges slik at den gjennomsnittlige avling blir størst mulig. Men jo mer rotvekster, poteter, grønnsaker og høsthvete går inn i omløpet, desto sterkere må jorda grøftes. Som oftest kommer dette særlig til uttrykk i mindre grøfteavstand. På avsidesliggende skifter med tungbrukt jord kan det bli spørsmål om ensidig bruk, f.eks. flerårig eng, med tilsvarende svakere grøfting. Tidligere er nevnt at for beite kan en ikke rekne med nevneverdig svakere grøfting enn for vanlig åkerjord, p.g.a. stigende krav til dets avkastning.

d. Terrengfallet. I kupert terreng, hvor jordarten også ofte varierer mye, er det bare i enkelte tilfelle at en må grøfte systematisk, iallfall kan det være lite rasjonelt å bruke samme grøfteavstand overalt. Selv om undergrunnen er tett, har en mange eksempler på at grøfting er nødvendig bare i lågere partier. Vatnet renner av på overflaten eller sig i matjordlaget nedover mot de lågere partiene.

Således kan topografien i visse tilfelle spille en mye større rolle enn jordarten. Oppgaven blir i mange tilfelle bare å skjære av grunn-sig, men selv disse er ikke så generende for plantene her, fordi grunnvatnet er i bevegelse.

Er terrenget jevnt skrånende, og systematisk grøfting er påkrevd, kan grøfteavstanden øke med stigende terrengfall p.g.a. minkende sigevassmengde.

Terrengfallet i forhold til solstrålingen er av betydning for grøfteintensiteten. Selv om jordarten er ens, blir opptørking i sør- og nordskråning meget forskjellig. Dersom nordsiden delvis ligger i skygge, blir forholdet enda mer utpreget. Erfaring viser at særskilt vendeteigene på nordsiden av skyggende skogsholt eller bakker kan være vanskelig å få bekjemme. Derfor bør grøfteavstanden være litt mindre i nordskråning enn i sørskråning, samtidig som grøftene i skyggepartiene føres helt ut til reinkantene eller til eventuell avskjæringsgrøft der.

e. Grøfteretningen i forhold til terrengfallet er av betydning for grøfteavstanden. Som tidligere nevnt kalles det langsgrøfting (eller langsdrenering) når grøftene legges utover sterkeste fall, tverrgrøfting når grøftene legges mer eller mindre på skrå over terrengfallet.

Det er alminnelig mening at grøfteavstanden kan gjøres større ved tverrgrøfting enn ved langsgrøfting. Vanlig rekner en med at avstanden i første tilfelle kan gjøres 10-15 % større enn i siste.

Grunnen til dette forklares på flere måter. Ved tverrgrøfting tørrlegger hver grøft et større jordvolum enn ved langsgrøfting, se fig. 3. Dessuten vil grøfter tvers over fallet virke bedre. Ofte har jorda vassførende lag som da blir avskåret. I jord med tett undergrunn kan en få temporært grunnvatn som sig utover i matjordlaget, men stoppes av grøftene tvers over fallet, se fig. 7. Tverrgrøfting vil derfor kunne gi raskere og mer ensartet opptørking enn langsgrøfting. Den blir også foretrukket overalt, bare terrenget har et visst minstefall.

f. Grøftedjupet. I jord med tett undergrunn har grøftedjupet relativt liten virkning på grøfteavstanden, særlig om vassbevegelsen i kritiske tider foregår mest i matjordlaget, fig. 7.

Men i jord med mer homogen gjennomtrengelighet skulle avstanden kunne økes noe med økende djup.

Her kan nevnes at en i visse trakter i Sverige (Sørmland) har praktisert den framgangsmåten å minske grøfteavstanden proporsjonalt med minskningen av grøftedjupet. Om grøfteavstanden normalt var 14 m ved 1 m djup, ble den bare 7 m ved 0,5 m djup. Dette er prøvd ved regulerte vassdrag hvor oppdemming i vassmagasinet begrenser tørrleggingsdjupet i tilgrensende jord. Derved har en likevel fått tilfredsstillende, rask og jevn opptørking også av denne jorda (e. A. Morrgård).

B. Forskjellige metoder til å bestemme grøfteavstanden.

Det er utarbeidd mange metoder til dette bruk. De fleste er mest teoretiske og gir heller ikke ens resultat for samme jordart, under ellers like forhold. Det er vanskelig å finne generell løsning på en funksjon som særlig under våre forhold, har så mange uavhengige variable faktorer. Problemet er derfor heller ikke tilfredsstillende løst enda.

En kan i hovedtrekkene skille mellom følgende metoder:

1. Matematisk beregning.
2. Normalgrøfteavstand etter jordas kornstørrelse.
3. Grøfteforsøk som rettledning om grøfteavstanden.
4. Skjønnsmessig bestemmelse av grøfteavstanden.

1. Som eksempel på matematisk beregning skal nevnes Coldings formel.

Likninga for grunnvassbuen er etter Colding:

$$\frac{qx^2}{kb^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \text{ (se fig. 2)}$$

Rett over ledningene har grunnvatnet en viss høyde. Denne høyde svarer til det trykk som trengs for innstrømming i ledningen. Erfaringsmessig satte Colding denne vasshøyde  $y_0 = 0,4 b$  (fig. 2).

$$\begin{aligned} \text{Hertil svarende } x_0 &= 0,9 b \sqrt{k/q} \\ \text{Grøfteavstanden} &= 2x_0 = 1,8 b \sqrt{k/q} \end{aligned}$$

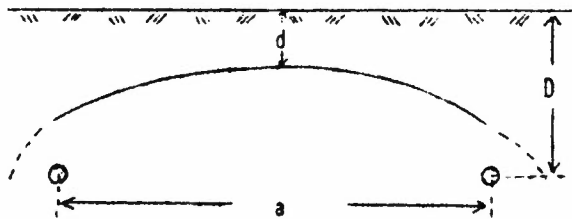


Fig. 11.

Etter betegnelsene i fig. 11, hvor  $b = D-d$ , blir grøfteavstanden

$$a = 1,8 (D-d) \sqrt{k/q}$$

$k$  er jordas strømningskoeffisient (se tabell 4), og  $q$  er regnmengden som skal ledes bort pr. tidsenhet.

Coldings formel har ikke fått noen praktisk betydning. Den er basert på langsgrøfting i homogen mineraljord, at vatnet bare kommer ovenfra som nedbør og at det bare strømmer inn i ledningen ovenfra og fra siden. Dessuten har det vist seg mest umulig med bare noenlunde sikkerhet å bestemme  $k$  i jord med naturlig lagring. Etter formelen vil også grøftedjupet få for stor virkning på grøfteavstanden (Ødelien).

2. Normalgrøfteavstand etter jordas kornstørrelse.

Denne metoden gjelder altså bare for mineraljord og grunner seg på sammenhengen mellom kornstørrelse og gjennomtrengelighet.

Under forutsetning av bestemt nedbør, terreng, grøftedjup, bruksmåte m.v. fastsettes grøfteavstanden som funksjon av jordas kornstørrelse. Denne er enten bestemt direkte ved mekanisk analyse, eller indirekte gjennom hygroskopisitet, jordas indre overflate eller fuktingsvarme.

De fleste normaltabeller gjelder for 600 mm årsnedbør, flat mark (fall  $< \frac{1}{2} \%$ ), 125 cm djupe grøfter og vanlig engvekselbruk. Om forholdene på stedet avviker fra disse normalene, må normalgrøfteavstanden korrigeres, dels etter visse regler eller formler, dels etter skjønn.

Når kornstørrelsen bestemmes ved mekanisk analyse, er det særlig størrelsen av fraksjonene med minste korndiameter som interesserer mest. Normalgrøfteavstanden er dels stilt opp etter innholdet av avslembare partikler ( $< 0,02$  eller  $< 0,01$  mm), dels etter innholdet av leirpartikler i jorda ( $< 0,002$  mm). Noen eksempler vil framgå av tabellene 15 - 18 over normalgrøfteavstanden etter tyske og tsjekkiske forfattere.

Tabell 15. Normalgrøfteavstand etter mengden av avslembare partikler. Gjelder for flatt land, årsnedbør ca. 600 mm og grøftedjup 125 cm.

Partikler $< 0,01$ mm i %	Normalgrøfteavstand i m		
	Gerhardt	Kopecky	Canz og Fauser
Stiv leirjord >75	8-10	8- 9	9-10
Middels stiv leirjord 75-50	10-12	9-10,5	10-12
Lettere leirjord 50-40	12-14	10,5-12	12-13
Sandbl. " 40-30	14-16	12-14	13-15
Leirholdig sandjord 30-20	16-20	14-16	15-18
Sand 20-10	20-24	16-18	18-22
" <10	24-30	18-24	22-27

Etter Fauser bør tallene til Canz og Fauser korrigeres etter forskjellen mellom prosenttallene for partikler i gruppen 0,05-0,01 mm (støvsand, II) og partikler  $< 0,01$  mm (I):

II - I	<u>Øking av grøfteavstanden</u>
+ 15	4,80 m
+ 10	3,85 "
+ 5	2,90 "
± 0	1,90 "
- 5	0,95 "
- 10	0,00 "

At stort innhold av støvsand gjør jorda lettere gjennomtrengelig for vatn er først påvist av Kopecky, senere også av Atterberg og Fausser. Denne korreksjon skulle derfor kunne brukes for alle normalgrøfteavstander som bygger på mekanisk analyse av jorda.

Tabell 16. Normalgrøfteavstand etter mengden av leirpartikler, etter Kopecky. Ellers samme forhold som for tabell 15.

Partikler <0,002 mm i %	Normalgrøfteavstand i m
>55	8- 9
55-40	9-10
40-25	10-12
25-15	12-14
15- 7	14-16
7- 2	16-18
<2	18-20
Sand	20-24

Tabell 17. Normalgrøfteavstand etter "Anweisung für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von Dränanlagen". (Utgitt av Preussiske landbruksministerium). Gjelder for terrengfall  $<\frac{1}{2}\%$ , årsnedbør <650 mm, grøftedjup 130 cm.

		Partikler <0,02 mm i %	Partikler <0,002 mm i %	Normalgrøfteavstand i m
Schwerer	Ton	75-100	36-100	7,2- 9,4
Gewöhnlicher	"	60-75	25-36	9,4-11,1
Schwerer	Lehm	50-60	20-25	11,1-12,8
Gewöhnlicher	"	40-50	15-20	12,8-15,2
Sandiger	"	25-40	9-15	15,2-20,6
Lehmiger	Sand	10-25	4-9	20,6-28
Sand		<10	<4	>28

Tabell 18. Normalgrøfteavstand etter mengden av avslembare partikler, etter Schroeder. Gjelder for åker, terrengfall < 2 ‰, årsnebbør < 650 mm, tverrgrøfting.

		Partikler < 0.02 mm i ‰	Normalgrøfteavstand i m ved disse grøftedjup:			
			80 cm	100 cm	120 cm	140 cm
Schwerer	Ton	100-75	6-8	6,5-8,5	7-9	7,5-9,5
Gewöhnlicher	"	75-60	8-9	8,5-10	9-11	9,5-11,5
Schwerer	Lehm	60-50	9-10	10-11,5	11-12,5	11,5-13,5
Gewöhnlicher	"	50-40	10-11,5	11,5-13	12,5-14,5	13,5-16
Sandiger	"	40-25	11,5-14,5	13-17	14,5-19,5	16-22
Lehmiger	Sand	25-10	14,5-18	17-22	19,5-26	22-30
Sand		<10	>18	>22	>26	>30

Etter disse tabellene svinger normalgrøfteavstanden fra 7-8 meter på den stiveste leirjorda til 20-30 meter på sandjord. Finnen Keso mener at avvikelserne i resultatet, for en stor del skyldes forskjellig framgangsmåte ved den mekaniske analyse.

Tyskeren Breitenbach fant ut at det skulle være et visst forhold mellom grøfteavstanden og jordas hygroskopisitet, uttrykt ved formelen:

$$A_n = \frac{1,6211 - \log W_h}{0,055}$$

$A_n$  = normalgrøfteavstanden ved 125 cm grøftedjup.

$W_h$  = Hygroskopisiteten i vekt ‰ av vassfri jord.

Kjenner en bare jordas innhold av avslembare partikler, men ikke hygroskopisiteten, kan denne tilnærmet beregnes etter følgende formel av Rothe:

$$W_h = \frac{\% < 0,02 \text{ mm}}{5,5}$$

Imidlertid hevder andre forskere at det overhodet ikke eksisterer noe bestemt forhold mellom jordas gjennomtrengelighet og dens hygroskopisitet.

Tyskerne Janert og Fausser har foreslått å legge jordas fuktingsvarme til grunn for utrekning av normalgrøfteavstanden.

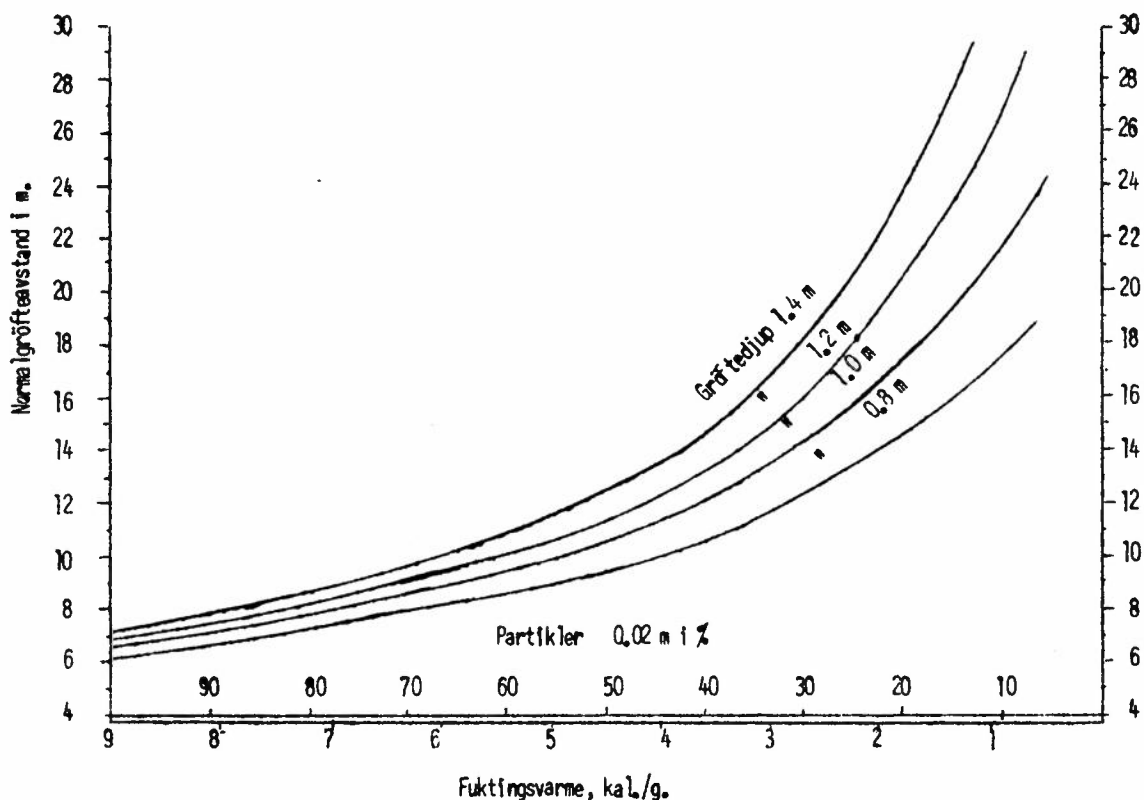


Fig. 12.

Fig. 12 viser forholdet mellom fuktingsvarme (kornstørrelse) og normalgrøfteavstand (e. O. Fauser). Årsnedbør er ca. 600 mm.

Foruten disse nevnte metoder, er det også foreslått å gå ut fra jordas indre eller spesifikke overflate (Zurker).

Men felles for dem alle er at de i virkeligheten bygger på bare en faktor, nemlig jordas kornstørrelse, og ikke tar hensyn til strukturen eller andre faktorer. Med støtte i sine undersøkelser mener finnen Keso at det ikke er mulig ut fra en enkelt jordegenskap, bestemt i laboratoriet, å få et almengyldig grunnlag for å bestemme grøfteavstanden. Han hevder videre at f.eks. for stiv leirjord i Finnland blir grøfteavstanden etter disse metodene bare 1/3-1/2 av hva en etter praktisk erfaring anser som tilstrekkelig der.

Om en vil bruke disse metodene, må det derfor være med største kritikk. Som regel må normalgrøfteavstanden korrigeres i overensstemmelse med de aktuelle forhold.

Under våre forhold blir det særlig tale om korrigering etter nedbøren. Til dette bruk har Fauser satt opp følgende formel:

$$A_N = A \sqrt{\frac{600}{N}}$$

A = normalavstanden ved normalårsnedbør 600 mm

$A_N$  = grøfteavstanden når normal årsnedbør er N mm.



Normalavstanden som er korrigert for ulike nedbørmengder etter denne formelen, ser ut til å stemme ganske bra med de grøfteavstander som mange steder brukes i praksis her i landet. Likevel bør en være merksam på at formelen er satt opp under tyske klimaforhold, og at samme nedbørdifferans ikke betinger samme korrigering av grøfteavstanden alle steder hos oss. En bør også ta hensyn til at temperatur og fordunstning spiller inn.

For korrigering etter variasjon av grøftedjupet har Zunker satt opp følgende regel: Når en går ut fra 1 m djupe grøfter, kan en for hver desimeter grøftene gjøres djupere eller grunnere, øke eller minke grøfteavstanden med:

10 %	for lett gjennomtrengelig jord		
5 %	" middels	"	"
3 %	" lite	"	"

I følgende tabell er gjort en sammenstilling av forskjellige korreksjoner, dels etter Fausser, dels etter Janert.

Tabell 19.

	Korreksjon av grøfteavstanden på:		
	Stiv jord	Middels st.jord	Lett jord
Kultarbeite	+ 10 %	+ 10 til 20 %	+ 20 til 50 %
Permanent eng	+ 30 "	+ 30 " 50 "	+ 50 " 100 "
Fall mot syd:			
Etter <u>Fausser</u> : 2-8 % fall	+ 10 %	+ 10 %	+ 10 %
" " : 8 " "	Inntil + 20 "	Inntil + 20 "	inntil + 20 "
" <u>Janert</u> :	" + 10 "	+ 10 til 15 "	+ 15 til + 20 %
Stort humusinnhold	" + 5 "		Inntil - 10 %
Over 20 % kalk (CaCO <sub>3</sub> )	" + 10 "	inntil + 10 %	" + 10 "
Stort innhold av jern og natrium	- 5 "	- 20 "	- 5 "

Det framgår av tabellen at beite bør grøftes sterkere enn permanent eng.

Normalavstanden kan økes med 10-20 % i sørhelling. Dette henger sammen med at snøen går bort før om våren, samt at fordunstningen er større enn f.eks. i nordhelling. Noe forskjell vil det for øvrig også bli på øst- og vesthelling i så måte.

Som nevnt gjelder normalavstanden for praktisk talt flat mark.

Tallfall er fallet så lite at en bruker langsgrofting. For å nytte ut fallet best mulig legges sidegrøftene med fallet. Da kan en til nød slippe med å grave fall bare i samlegroftene.

Ved tverrgrøfting kan en som nevnt øke avstanden noe. Fausser rekker med 10 %, andre tyskere med opp til 20 %. Men tillegget for fall mot sør, kommer i tilfelle utenom dette.

Stort humusinnhold i finkornete jordarter gjør dem lettere gjennomtrengelige for vatn. Grøfteavstanden kan da økes litt, opp til 5 %. I grovkornet jord derimot virker stort humusinnhold i omvendt retning. Derfor bør normalavstanden heller minkes noe, inntil 10 %.

En ser også at jordas kjemiske sammensetning kan ha innflytelse på grøfteavstanden. Korreksjon av normalavstanden p.g.a. stort kalkinnhold blir sjelden aktuell hos oss. Derimot bør en være merksam på virkningen av stort jerninnhold, særlig i middels tung jord.

Er jorda ofte oversvømmet, vil det være hensiktsmessig å redusere normalavstanden en del, inn til 20 %. Like ens om det er mange våte småflekker som en vanskelig kan ta med særskilte grøfter. På den annen side kan avstanden økes betraktelig, fra 10 til 50 %, om jorda er rik på sjikt og årer med sand og grus.

### 3. Grøteforsøk som rettleiding om grøfteavstanden.

Grøteforsøk skal i første rekke vise relasjonen mellom grøfteintensitet og avling. Grøfteintensiteten avhenger jo både av grøftenes avstand og djup, men i mange tilfelle er det avstanden som blir den vesentlige faktor.

Når en således setter avlingens størrelse i relasjon til grøfteavstand eller grøftedjup, ser en bort fra virkningen av alle mellomliggende ledd. Imidlertid kan disse uvedkommende faktorer ha minst like stort spillerom ved grøteforsøk som ved grunnvasstandsforøk. Dette kan gjøre at avlingens størrelse, bestemt ved høsting av enkelte forsøksruter på feltet, bare kan gi et grovt bilde av forholdet mellom avling og grøfteintensitet. Helt entydige resultater er det derfor vanskelig å oppnå.

Det tør være klart at altfor vidtgående slutninger kan en ikke trekke av forsøk på et enkelt sted.

Selve forsøksplanen i et grøteforsøk vil bl.a. bero på antall forsøksspørsmål og terrengforholdene. Men en bør søke å få planen så enkel som mulig. Dette på grunn av de mange uvedkommende faktorer som lettere kan gripe inn i et stort og komplisert forsøk. Fig. 13 viser planen for forsøket på Fuglemyra i Målselv.

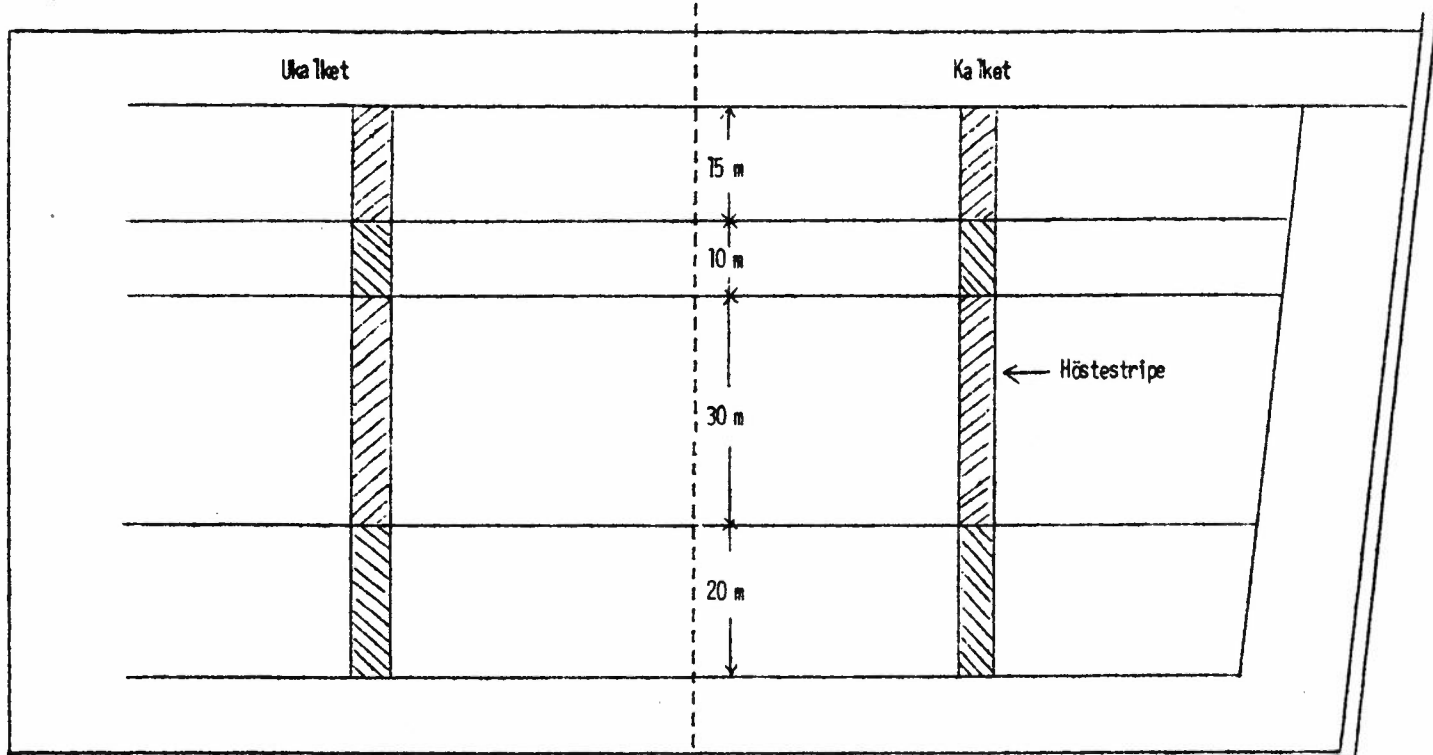


Fig. 13.

Fig. 14 viser en plan med færre spørgsmål, men med mulighed for å gi sikrere svar på de som er.

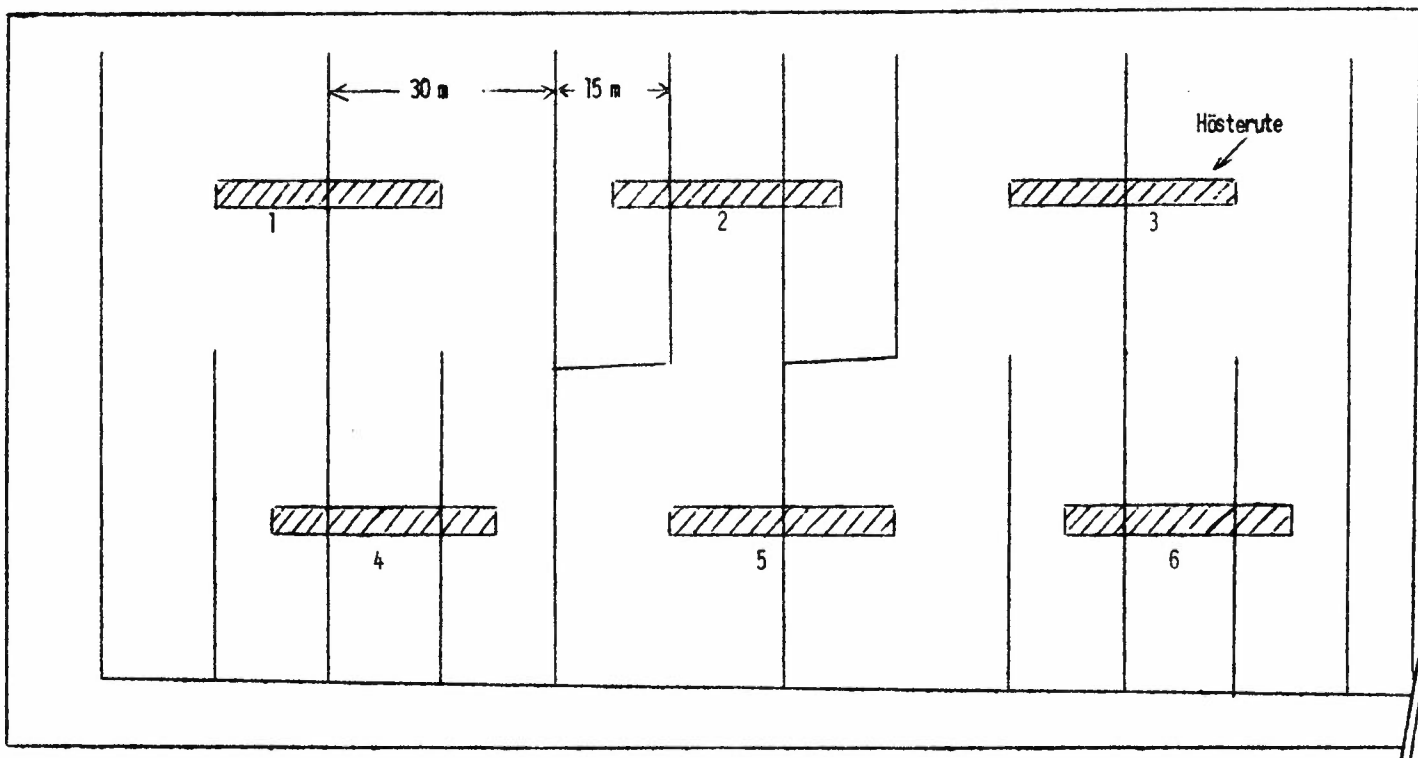


Fig. 14.

Til et grøftforsøksfelt må en stille visse krav som gjør at det er vanskelig å plasere slike felt, og at forsøkene blir kostbare å utføre.

For å unngå innflytelse av bonitetsvariasjoner må jorda på feltet være så ensartet som mulig. Ved markforsøk i alminnelighet kan dette konstateres ved hjelp av blindforsøk, men det tør være mer et unntak om blindforsøk kan praktiseres i forbindelse med grøftforsøk. Midlet blir da helst prøvetaking og gransking av jorda. Dessuten bør det av hvert forsøksledd være minst 3, men helst 4-5 paralleller (samruter). Derfor vil det kreves ganske store arealer om resultatene skal bli representative. Det vil dog hjelpe å gjøre forsøksplanene enkle, med relativt få, men sentrale spørsmål. Særlig for mineraljord er det vanskelig å finne tilstrekkelig store arealer med ensartet jord som ikke tidligere er grøftet. Blant annet av denne grunn vil grøftforsøkene antall bli ganske begrenset hos oss. For å få størst mulig nytte av resultatene bør feltene derfor også legges på slike jordarter som vi har mest av, og som dessuten har utpreget grøftebehov. På myrjordsfelt vil det sannsynligvis være mindre risiko for bonitetsvariasjon.

Grøftforsøk har vist at resultatene i vesentlig grad beror på årets værforhold, i første rekke på nedbøren. Foruten at været veksler fra år til år, vil de ulike vekster reagere forskjellig for vær og grøfting. For å få sikre og representative middeltall må forsøkene være langvarige, f.eks. over 2 til 3 omløp. Samtidig bør omløpet være typisk for stedet og jordarten. Om flere vekster kan dyrkes ved siden av hverandre på feltet hvert år, vil en etter kortere tid kunne få visse, relativt sikre resultater.

Observasjon av grunnvasstanden bør utføres på et grøftforsøksfelt, dessuten måling av nedbøren der eller i nærheten, samt om mulig måling av vassmengden fra grøftesystemene, enten kontinuerlig eller med visse tidsintervall.

Av norske grøftforsøk, som det hittil er gitt melding om, har vi som oversikten nedenfor viser, 15 felt.

Jordart	Antall felt	Forsøkssted	Normalnedbør, mm	
			Året	mai-sept.
Stiv leirjord	1	Hvam i Akershus	ca. 700	ca. 350
Mjele	2	" "	" "	" "
"	1	Vøien, Romerike	" 630	" 320
Grasmyr	2	Mæresmyra i Sparbu	" 720	" 320
"	1	Enebo i Trysil	" 720	" 400
"	1	Mære landbruksskole	" 700	" 300
"	1	Løken i Vestnes, Sunnmøre	" 1100	" 430
Kvitmosemyr	1	Mæresmyra i Sparbu	" 720	" 320
Starr-rik mosemyr	1	Tveit, Rogaland	" 1700	" 550
Starr-brunmose	1	Fuglemyra i Målselv <sup>x)</sup>	" 840	" 350
Lyngrik mosemyr	1	Smøla	" (950)	" (300)
Gras- og mosemyr	2	Måmyra, Sør-Trøndelag	1770	684

x) Navnet Fagerfjellmyra er også brukt.

Dessuten er det grøfteforsøk i gang i Kolvereid, Nord-Trøndelag.

Nedbøren på forsøksstedene er jevntover 700-800 mm i året og 300-400 mm i tida mai-sept., bortsett fra Tveit landbruksskole i Rogaland, Vestnes ved Romsdalsfjorden og Måmyra i Sør-Trøndelag. Det er således lite materiale som kan vise hva spesielt nedbøren har å bety for grøfteavstanden. Derimot er jordartsgruppene bedre representert, særlig myrjorda. Som en ser, er det bare 4 felter på mineraljord, derav ett på stiv leirjord. Disse 4 feltene er for øvrig konsentrert på praktisk talt samme sted i Akershus, idet Vøien i Nes på Romerike ligger bare ca. 12 km fra Hvam forsøksgård.

#### a. Grøfteforsøket på stiv leirjord.

Dette forsøket er utført av Jordkulturforsøkene, N.L.H. i tida 1914-21. Resultatene er offentliggjort i Meld. fra Jordkulturforsøkene 1916-17, Nordisk Jordbrugsforskning 1919 og Beretning om N.J.F.'s Kongress 1923.

Feltet, som var på ca. 5 dekar, lå på Hvam landbruksskole. Jordarten var stiv leirjord med 85 % avslembare partikler (< 0,02 mm) og 45 % leirpartikler (< 0,002 mm). Omløpet på forsøksfeltet var: havre, grønnfôr, nepe, bygg samt eng i 4 år.

Forsøket var ordnet i 3 avdelinger med grøftedjup av 0,95, 1,10 og 1,25 m. Innen hver avdeling ble følgende grøfteavstander prøvd: 6,9 og 12 ganger grøftedjupet. Ialt ble det altså 9 ulike avstander fra 5,7 m til 15,1 m. Alle ledd ble dessuten prøvd både med og uten djuparbeiding.

Gjennomsnittlig avling i føreheter for de 8 forsøksårene framgår av tabell 20.

Tabell 20. Grøttestorsøk på Hvam landbruksskole 1914-21.

Grøfte- djup	Grøfteavstand = djup x	Middelavling i f.e. pr. dekar og år.		
		Med djuparbeiding	Uten djuparbeiding	Forskjell
0,95 m	6 = 5,70 m	278	271	7
"	9 = 8,55 "	290	270	20
"	12 = 11,40 "	288	257	31
1,10 m	6 = 6,60 m	268	270	- 2
"	9 = 9,90 "	279	245	34
"	12 = 13,10 "	278	250	28
1,25 m	6 = 7,50 m	250	264	- 14
"	9 = 11,25 "	234	228	9
"	12 = 15,10 "	240	218	22

For det første ser en at det er liten fordel med djupe grøfter i denne stive leirjorda. Avlinga er jevnt over størst etter grunneste grøfting. Grøfteavstandene sammenliknes best innen hver avdeling.

Uten djuparbeiding: Det er praktisk talt samme avling ved grøfteavstandene 5,7 og 8,55 m når grøftene er 0,95 m djupe, men 13 f.e. mindre avling pr. dekar og år når grøfteavstanden er 11,4 m med samme djup. Ved bruk av djupere grøfter er det relativt stor avlingsnedgang når grøfteavstanden økes til 10-11 m.

Under værforhold som på Hvam, skulle det derfor med vanlig jordarbeiding passe best med ca. 1 m djupe grøfter i 9-10 m avstand på stiv leirjord.

Med djuparbeiding: Her ser det ut til at en uten risiko kan øke grøfteavstanden til 12-13 m. Grunnen til dette må være at djuparbeiding til ca. 50 cm djup gjør leirjorda lettere gjennomtrengelig, slik at vatnet raskere kommer fram til grøftene. Dette synes for øvrig å være eneste nyttevirkingen av djuparbeiding i dette forsøket. Ved sterk grøfting er det liten positiv eller bare negativ virkning av djuparbeiding, mens det ved svak grøfting er stor avlingsøkning.

I dette forsøket er det ingen gjentakelse av forsøksleddene, ingen paralleller; dessuten er forsøksplanen meget komplisert. Derfor er det vanskelig med større grad av sikkerhet å kunne si hva årsaken er til de forskjellige avlingsvariasjoner.

b. Grøftforsøk på mjele.

To av forsøkene på denne jordarten er utført på Hvam forsøksgård. Det ene ble anlagt i 1921 og avsluttet i 1936. Det andre forsøket begynte i 1925 og er framdeles i gang. Resultatene er offentliggjort i Beretning om Akershus landbruksskole på Hvam for 1928-29 og Melding fra Hvam forsøksgård 1941.

Feltet 1921-36. Dette lå på 140 cm djup mjele. Med grøftedjup = 80 cm ble avstandene 8, 12, 16 og 20 m sammenliknet, og med grøftedjup = 110 cm avstandene 11, 16,5 og 22 m. Det var samme planteslag over hele feltet med 6-årig omløp: havre, poteter eller rotvekster, bygg, samt 3 år eng.

Feltet fra 1925, ligger på 85-90 cm djup mjele. Grøftene som er 95 cm djupe, ligger overalt på leire, med avstandene 15 og 20 m. Men fra siste grøfta og ut til feltgrensen er det 35 m. Dette stykket er delt i 5 m brede teiger, parallelt med grøfta, slik at en kan undersøke hvordan avlinga varierer med avstanden fra denne. Feltet er ellers delt i 7 teiger på tvers av grøftene med tilsvarende 7-årig omløp. Korn, poteter eller rotvekster og eng kan da sammenliknes side om side hvert år.

Konklusjonen av disse to forsøkene ifølge forsøksleder Boysen er følgende: Grøftedjupene 80 og 110 cm har vært omtrent jevn gode, og 15-16 m grøfteavstand klarte å tørrlegge mjelen selv i regnsommer som 1924 og 1927. I tiårsperioden, 1928-37, med nedbør som ikke avvek mer enn høyst 15 % fra gjennomsnittet på Hvam 1923-40, har det vært tilstrekkelig med 20 m grøfteavstand til alle forsøksvekstene. Boysen gjør imidlertid merksam på at jorda med svakeste grøfting har vært opp til 1 uke senere ferdig for såing om våren, og ellers tidligere uframkommelig om høsten.

Feltet på Vøien, Romerike, 1934-41, lå på beite. Melding er gitt i Årbok for Beitebruk i Norge, 1944-45.

Grøftene var 90 cm djupe, men mjelen var djupere. Rørene ble derfor lagt på et lag med kvitmose og dekket med et lag bjørnemos., dvs. isolert fra selve mjelen. Grøfteavstandene var 15, 20 og 25 m.

Første året var avlinga låg og motsatt de senere år. Ellers var avlingene ganske jevne med klart utslag til fordel for sterkeste grøfting.

Følgende relativtall viser dette:

Grøfteavstand i m	<u>15</u>	<u>20</u>	<u>25</u>
Gjennomsnitt 1934-41	100	89,8	76,7
" 1935-41	100	88,1	74,9

Et svensk forsøk på utpreget mjele viser resultat med samme tendens som i forsøket på Vøien. Feltet ligger ved Uddeholm i Värmland, like

ved Klaraelven. Grøftene er her 1,2 m djupe i avstandene 15, 20 og 25 m. Følgende tall viser relativ avling av høy i årene 1936-38:

Grøfteavstand i m	<u>15</u>	<u>20</u>	<u>25</u>
Gjennomsnitt 1936-38	100	91,3	89,1

Årsnedbøren her er ca. 650 mm.

Utpreget mjelle karakteriseres ved stor vasskapasitet og temmelig liten gjennomtrengelighet for vatn. Slik jord bruker en derfor erfaringsmessig å grøfte relativt sterkt.

c. Grøteforsøk på grasmyr.

Det norske Myrselskaps forsøksstasjon på Mæresmyra har utført 3 grøteforsøk på grasmyr, grøtefelt I og II på Mæresmyra og felt på Enebo i Trysil. Fullstendig melding er gitt i Meld. fra Det norske Myrselskaps forsøksstasjon på Mæresmyra i 1935 og 36. Her er også resultat av forsøk på kvitrosemyr. I Melding 1933 er det sammendrag av forsøksårene i Trysil. I Melding 1943 omtales grøteforsøk på Smøla, samt på Fuglemyra i Målselv.

På Mære landbruksskole er utført et grøteforsøk i samarbeid med Sæter- og beiteutvalget. Resultatene er offentliggjort i Årbok for beitebruk 1938/39.

Begge feltene på Mæresmyra lå på godt formoldet starrmyr med finsand (mojord) i undergrunnen. Myra blir karakterisert som middels gjennomtrengelig for vatn og undergrunnen som ganske lett gjennomtrengelig.

Grøtefelt I, Mæresmyra, 1907-37. Dette er forsøk med ulike grøteavstander til eng. Feltet ble anlagt av Glarum, og er det eldste grøteforsøk her i landet.

Før grøttinga var denne myra fra 80 til 120 cm djup. Grøte-djupet i 1907 var 110 cm. Mest alle grøfter nådde ned i fast botn. Ved måling i 1935 var grøtedjupet bare 90-95 cm. Sammensynking i løpet av 28 år var således 15-20 cm.

Følgende grøteavstander ble prøvd: 8, 14, 16 og 18 m. Disse avstandene er sammenliknet både ved 1. og 2. gangs slått samt med og uten sandkjøring.

Til gjenlegget ble brukt allsidig frøblanding; men det var timoteien som dominerte de første årene ved siden av litt kløver. Senere var det mest engrapp og revehale.

For årene 1909-35 ble middelavling av høy for ulike grøteavstander, uten hensyn til antall høstinger og sandkjøring:

Grøfteavstand i m	<u>8</u>	<u>14</u>	<u>16</u>	<u>18</u>
Høy, kg pr. dekar	634	629	635	624



De forskjellige grøfteavstander står praktisk talt likt. Myra var dog ikke like djup over alt, men djupest på den smaleste teigen. Grunnvassmålinger gjennom de fleste forsøksomrene viste liten forskjell i grunnvasstanden. I middel var den 80-95 cm for alle grøfteavstander, unntatt for 8 m teigen hvor den var noe større.

Sandkjøring hadde relativt lite å bety for grøftinga. De fleste år er det slått bare én gang, ellers har avlinga ved 2 gangers slått vært litt mindre på 18 m enn på 8 m teigen.

Med hensyn til avlingsstørrelsen har 16-18 m grøfteavstand vært like bra som 8 m avstand på denne myrtype og under de værforhold som råder her.

Grøtefelt II, Mæresmyra, anlagt 1912. Grøfteavstandene er 10, 15, 20 og 30 m til eng og åkervekster. Feltet ligger på samme slags myr som det forrige. Myra var i 1912 90-120 cm djup, og grøftene ble gravd 110 cm djupe. Høsten 1935 ble grøftedjupet målt til 80-85 cm. Sammen-synking i løpet av 24 år var altså 25-30 cm.

Hovedresultatene framgår av tabell 21.

Tabell 21. Grøtefelt II på Mæresmyra.

	Grøfteavstand, m			
	10	(15)	20	30
Høy, kg pr. dekar (middel for 19 år)	627	(533)	603	532
Bygg, kg korn pr. dekar:				
Maskinbygg (middel for 6 år)	207	(205)	214	173
Asplund " " 5 "	319	(273)	299	239
Havre, kg korn pr. dekar (middel for 3 år)	295	(301)	307	308
Nepe, f.e. pr. dekar (middel for 3 år)	746	(703)	726	633
Poteter, kg tørrstoff pr. dekar (middel for 2 år)	688	(734)	683	742
Grunnvasstand i cm, mai-sept., 1916-36.	93	(69)	69	56

Undergrunnen på 15 m teigen var sterkt leirblandet, mens det ellers var mer ren mosand. Tallene for 15 m grøfteavstand er satt i parentes fordi de ikke direkte kan sammenliknes med de andre, men de viser at tettheten i undergrunnen har mye å bety, selv om myra er såpass djup, som i dette tilfelle. Grunnvatnet har jevnt over stått like høyt (69 cm) på 15 m som på 20 m teigen. Avlingstallene tyder for øvrig på at 15 m avstand på denne leirholdige undergrunn er relativt svakere grøfting enn 20 m avstand på sandundergrunn.

Grøfteavstanden 30 m, med middelgrunnvasstand på 56 cm, har avgjort gitt for svak grøfting til de fleste vekster. At havre og poteter har de høyeste avlingstall her, kan skyldes at tørken, særlig på forsommeren, var sjenerende i de år disse vekstene ble dyrket på feltet. Nepene hadde også tørre år.

I et 7-årig omløp med havre, nepe, bygg og 4 år eng blir den gjennomsnittlige avling i føreheter pr. dekar og år iflg. forsøket følgende:

Grøfteavstand i m	<u>10</u>	<u>20</u>	<u>30</u>
Grunnvasstand i cm	93	69	56
F.e. pr. dekar og år	350	344	303

Konklusjonen blir, iflg. forsøksleder Hagerup, at på slik myr vil grøfteavstanden 15-20 m være passe. Han mener ellers at det vil være hensiktsmessig å holde seg nærmere 15 enn 20 m, fordi jorda da blir før ferdig om våren til arbeidning og såing. Likeså omdannes torva forttere jo mindre grøfteavstanden er. Det er ingen fare for at slik myr blir for sterkt grøftet. I enkelte tørre år har grunnvatnet på 10 m teigen stått 125 cm djupt, uten nevneverdig skade for vekstene.

På Maresmyra bruker en ellers utenom grøftforsøkene vanlig 16 m grøfteavstand, bl.a. av hensyn til bekjempelse av ugraset som blir verre der det er svakt grøftet.

Grøtiefeltet på Enebo i Trysil, 1912-24, lå på lite formoldet starrmyr med underlag av leirholdig morenesand og grus. Myra var ca. 1 m djup. Grøfteavstandene var 10, 20 og 30 m til eng i 9 år og til grønnfôr i 3 år. Grøftene har ikke alltid virket godt p.g.a. ujevn synking.

Gjennomsnittlig avling var følgende:

Grøfteavstand i m	<u>10</u>	<u>20</u>	<u>30</u>
Høy og grønnfôr, kg pr. dekar	582	521	466
Grunnvasstand, juni-juli, 1912/24, cm	70	52	45

Som en ser, må grunnvatnet også her senkes til ca. 70 cm for å få størst avling. Men til dette trengs mindre grøfteavstand her enn på Maresmyra. Dels skyldes vel dette at sommernebdøren er større på Enebo, dels at vasstap ved fordunstning og transpirasjon er mindre p.g.a. lågere temperatur. Enebo ligger ca. 550 m.o.h. Men en kan heller ikke se bort fra forskjell i gjennomtrengelighet for myr og undergrunn.

I forsøket på Enebo viste det seg tydelig at myra ble raskere omdannet og smuldret lettere for pløgen på den smaleste grøfteteigen. Det var også minst ugras her.

Herredsaagronom Lunde, som var feltbestyrer, og som ellers har ledet jorddyrkingsarbeidet i bygda, mener på grunnlag av dette forsøket at 10-15 m skulle være passe grøfteavstand på liknende myr i Trysil.

Grøtiefeltet på Mære landbruksskole lå på 40 cm djup grasmyr med havleir i undergrunnen. Forsøket er derfor like mye et grøtieforsøk på leirjord som på myrjord.

Høyavling i middel for årene 1932-39 var følgende:

Grøfteavstand i m .....	<u>10</u>	<u>15</u>	<u>20</u>
Høy, kg pr. dekar .....	722	605	530
Grunnvasstand, midt på teigen, cm .....	71	64	55
" , 1 m fra grøft, cm .....	77	75	65

Høyavlingene, som er middeltall for 3 ulike dyrkingsmåter, viser sterk nedgang for økning av grøfteavstanden fra 10 til 15 m. Dette er rimelig med den tette undergrunn. På denne grasmyr har det også vært best med en grunnvasstand på minst 70 cm.

Utslaget for grøfteintensiteten var ellers størst ved den beste dyrkingsmåten, full oppdyrking. På den andre siden var utslaget for de ulike dyrkingsmåtene størst ved den sterkeste grøftinga.

Grøtiefeltet på Løken i Vestnes, Sunnmøre, 1939-45. Dette feltet lå på nydyrret beite. Jorda karakteriseres som riktig grunn myr, med 30-60 cm torvlag før dyrkinga. Under torvlaget var det grus, øverste del av gruslaget forholdsvis grovt. Før oppdyrking var det røsslynger som preget vegetasjonen.

Grøfteavstandene var 12, 16 og 20 m, og grøftene, som i middel var ca. 1 m djupe, ble lagt igjen med stein.

Gjennomsnittlig tørrstoffavling pr. dekar og år var for nevnte avstander henholdsvis 698, 698 og 696 kg, dvs. ingen virkning på avlingene ved å øke grøfteavstanden fra 12 til 20 m. Dette må skyldes den lett gjennomtrengelige undergrunn, og resultatet kan derfor ikke overføres på andre jordbunnsforhold.

Det nevnes for øvrig (Bj. Sakshaug) at på djup, tett myr og med nedbør som i Vestnes, vil grøfteavstand på 12 m sikkert være for stor til beiter.

#### d. Grøtieforsøk på mosemyr.

På ren kvitmosemyr er det hittil utført bare ett forsøk, nemlig:

Grøtiefelt IV på Maresmyra, 1918-36. Feltet lå på over 2 m djup, lite formoldet kvitmosemyr. Grøftene var åpne med ens avstand lik 20 m, og 120, 90 og 60 cm djupe. Det er utført måling av grunnvasstanden. Dette

kan gi visse holdepunkter vedrørende grøfteavstanden. Halvparten av feltet var sandkjørt.

Gjennomsnittsavling av høy for 14 år var følgende:

Grøftedjup i cm .....	<u>120</u>	<u>90</u>	<u>60</u>
Uten sand, kg høy pr. dekar .....	170	180	221
Med " " " " " .....	380	510	510
Grunnvasstand, mai-sept. cm .....	69	61	51

Det beste resultat på mosemyr er oppnådd ved å senke grunnvatnet til 50-60 cm. Grunnvatnet i mosemyr er ikke undergitt så sterke svingninger som i grasmyr under ellers noenlunde like vilkår.

På mosemyr skulle derfor grunn **grøfting være best**; men 0,6 m djupe grøfter kan en ikke legge igjen. Dessuten viser det seg da at grunnvatnet om våren og høsten vil stå for høyt, myra blir for lite bæredyktig.

0,9 m djupe grøfter kan legges igjen, men de kan snart bli for grunne og må tas opp igjen. Det kan da være like bra å øke grøfteavstanden til 25-30 m og så ta grøftene omkring 1,0 m djupe, under ellers samme vilkår som i dette forsøket (e. Hagerup).

Grøftefelt på Tveit, Rogaland, 1908-14, lå på starr-rik mosemyr av noe blandet sammensetning. Moselaget var 20-50 cm djupt. Under dette løse lag kommer en mer formoldet torv som inneholder atskillige røtter og andre trerester, særlig av furu og bjørk. Grøftene på forsøksfeltet nådde ikke noe sted ned i undergrunnen. De var 1,10 m djupe. Middellavling i kg pr. dekar for 4 av de 6 prøvde avstandene ble følgende:

Grøfteavstand i m .....	<u>7,5</u>	<u>8,5</u>	<u>12,0</u>	<u>18,0</u>
Høy og grønnfôr, 1909-14 .....	805	675	672	647
Tørr hå, 1911-12 .....	595	661	570	535
Grunnvasstand, mai-juli, cm .....	67	70	65	56

Den store avlingsforskjell mellom 7,5 og 8,5 m grøfteavstand skriver seg fra at på den smaleste teigen var det bedre myr med mindre mose.

Forsøksresultatet peker ellers i retning av at myr med lite moseinnhold må grøftes med ned til 7 m avstand når nedbøren er så stor som her. Er det mer mose, ser det ut til at 10-12 m er passe avstand.

Grøftefelt på Smøla, 1936-41, ligger på lyngrik mosemyr, nærmest med brenntorvkarakter fra 60-70 cm djup og nedover.

Grøfteavstandene 10, 15 og 20 m er sammenliknet. Grøftene er tatt som torvgrøfter (kilegrøfter), 1,15 m djupe.

Det hittil offentliggjorte materiale (Hagerup, 1943) er for lite til at en sikkert kan si hvilken grøfteavstand som er best på denne myr-  
typen.

Følgende oversikt, tabell 22, viser resultatet hittil i relative tall:

Tabell 22. Grøfteforsøket, Smøla, 1936-41.

Vekst	År	Grøfteavstand i m		
		10	15	20
Eng	1936-38	100	104,6	97,4
Grønnfôr	1939	100	93,9	57,3
Havre	"	100	93,9	72,5
Vårrug	"	100	125,0	72,5
Poteter	"	100	96,7	102,1
Eng I	1941	100	114,4	102,7
Eng II	"	100	94,7	77,2

Måling av grunnvasstanden midt på teigene og ved grøftene viser at denne myra må være lite gjennomtrengelig, fortorvet myr i djupere lag.

Grøfteavstand i m.....	10	15	20
Grunnvasstand, midt på teigen, cm.....	39	37	31
" 1 m fra grøft, cm.....	46	44	41

Grunnvatnet ble målt i mai-sept. 1936, mai-aug. 1937 og mai-juli 1938.

Med den høye grunnvasstand som denne myra viser, vil det av hensyn til arbeidning med forskjellig redskap vår og høst være riktigst å holde grøfteavstanden omkring 10 m. Men det har også vist seg at myra her lett blir for tørr ved sterk grøfting. Dette må en da motvirke ved tromling.

Den vanlige lyngrike eller grasrike mosemyr på Smøla blir ellers karakterisert som middels gjennomtrengelig for vatn (Sorteberg).

Grøfteavstanden på bureisingsbrukene har variert mellom 8 og ca. 16 m; men 10-12 m har sett ut til å passe best i de fleste tilfelle.

Grøtefelt på Fuglemyra i Målselv, 1930-39. Dette er starrbrunmosemyr av ganske god kvalitet. Feltet ble dyrket i 1929, grøfteavstandene er 10, 15, 20 og 30 m. Grøftene var 1,10 m djupe, og alle rekker ned i fast botn. De ble gjenlagt med **bordlurer**.

En har fått følgende hovedresultat:

Grøfteavstand i m .....	<u>10</u>	<u>15</u>	<u>20</u>	<u>30</u>
Høyavling, middel 1930/38, relativtall .....	100	90	94	84
Grunnvasstand, midt på teigen, juni-aug. (7 år), cm .....	71	69	66	55
Grunnvasstand ved grøftene, juni-aug. (7 år), cm .....	81	83	91	80

Grunnvasstanden ved grøftene varierte ikke så mye, men har vært størst ved grøfter på 20 m teigen. Dette skyldes bedre avrenningsforhold her.

Grunnvasstanden midt på teigene retter seg etter grøfteavstandene.

Fuglemyrene gir mange steder betingelser for godt fall på grøftene. Dette spiller inn ved valg av grøfteavstanden, idet godt fall gir bedre avrenningsforhold.

Ved lite fall, men jevnt god avrenning mener en at 10-15 m grøfteavstand skulle passe bra; med sterkere fall 15-20 m avstand.

Det hevdes ellers at 12-15 m er den mest brukte avstand. Bruker en så stor avstand som 20 m, kan det være vanskelig å få gjort vårarbeidet i rett tid.

Videre er det grøfteforsøk i gang på Måmyra i Sør-Trøndelag, anlagt i 1935. Det er her 2 felt. Det ene er lagt på 50 cm djup moseholdig myr med undergrunn av moreneleir og grus. Det andre feltet er lagt på 1,0 til 1,70 m djup grasmyr. Grøftene er 1,10 m djupe.

Normalnedbøren for året er her 1770 mm og for tida mai-sept. 684 mm.

Grøfteavstandene er 7, 11 og 15 m.

Inntil 1947 var resultatet for disse feltene følgende:

Grøfteavstand .....	7	11	15
Kg høy pr. dekar på:			
Grunn myr (ca. 50 cm djup) .....	684	616	595
Djup myr .....	717	571	652

Grøfteavstanden 7 m ser ut til å bli best for begge myrtypene. Forsøkene her og andre steder har for øvrig vist at undergrunnen betyr mye når myra er grunn.

I det foregående er referert resultater vesentlig fra norske grøfteforsøk ut fra den betraktning at disse resultater er mest aktuelle.

Resultater fra utenlandske grøfteforsøk, selv om de kommer fra våre naboland, kan sjelden overføres direkte. Spesielt gjelder dette for slike jordarter hvor gjennomtrengeligheten for vatn varierer mye innenfor samme jordart, f.eks. leirjord, delvis også grasmyr.

Som eksempel på divergerende resultater for leirjordas vedkommende, skal følgende nevnes: Ved forsøket på Hvam fant en at 9-10 m grøfteavstand skulle passe på stiv leirjord med vanlig jordarbeiding. I Sverige ble det i 1932 anlagt grøftforsøk på noe moldholdig, middels stiv leirjord, undergrunn av stiv ishavsleire, ved Larna forsøksgård i Skaraborgs län. Årsnedbøren der er ca. 510 mm (gj.sn. for 40 år). For 11-årsperioden 1935-45 ble resultatet at med grøftedjup 1,10 m for grøfteavstandene 14, 19 og 24 m ble avlinga henholdsvis 102,1, 101,8 og 101,1 av avlinga ved 9 m grøfteavstand, dvs. i middel praktisk talt intet utslag for variasjon av grøfteavstanden. Ulike vekster ble dyrket i forsøksperioden.

Liknende resultater er oppnådd for leirjord ved Kvorning i Danmark, 1927-34.

Inidlertid må disse resultater ikke tydes derhen at jordas grøfting kan neglisjeres eller betraktes som uvesentlig; men for oss blir spørsmålet bare i hvilken utstrekning resultatene kan overføres til våre forhold.

(Sammenstilling og bearbeiding av tidligere i de nordiske land utførte grunnvasstands- og grøftforsøk finnes i det svenske tidsskrift Grundförbättring, spesialnummer 1, 1948: "Om torrlägningsgradens inflytande på kulturväxternas avkastning", av Gunnar Hallgren.

Samme sted også tilsvarende litteraturliste.)

#### 4. Skjønnsmessig bestemmelse av grøfteavstanden.

I de nordiske land, samt i England, Frankrike, de baltiske land o.fl. har det vært og er også vanlig med skjønnsmessig bestemmelse av grøfteavstanden.

Av norske forsøksresultater er det ennå så få at de stort sett ikke kan bli annet enn til støtte for skjønnnet, ved siden av praktisk erfaring. Forsøksresultatene gjelder jo strengt tatt bare for forsøksstedets jord, klima og vekstomløp. Siden utslagene kan variere fra år til år etter værforholdene, er det ikke sikkert at gjennomsnittstallene for forsøksperioden vil vise noen markert, optimal grøfteavstand. I stedet kan det være et brukbart område, eller med andre ord et visst spillerom også for skjønnnet.

Et annet moment som mer sjelden direkte kommer til uttrykk i avlingstallene, er om den for vekstene optimale avstand tørrelegger jorda tilstrekkelig for arbeiding i rett tid vår og høst. Her må også skjønnnet tas til hjelp, idet denne side av saken er av vesentlig betydning nå.

Normaltabellene kan også være til hjelp for skjønnnet, selv om en ikke har noe mål for kornstørrelsen, men bare klassifiserer jordarten etter beste skjønn.

Før vårt lands vedkommende er det vel sannsynlig at skjønsmessig bestemmelse av grøfteavstanden blir den vanlige i lang tid, delvis også for alltid. Som oftest er det relativt små arealer som skal grøftes i hvert enkelt tilfelle. Jord, terreng og klima varierer også sterkt på korte avstander.

Det er naturlig at grøfteavstandene i praksis varierer fra den ene landsdel til den andre. Denne variasjon framgår av oppgaver som Landbruksdepartementets grøftekomité av 1941 har samlet inn fra landbruksselskapene i alle fylker. Tallene er stilt sammen i tabell 23:

Tabell 23. Oppgaver fra landbruksselskapene (e. Grøftekomitéen).

	Grøfteavstand, m				Grøftedjup, m			
	Leir	Sand	Morene	Myr	Leir	Sand	Morene	Myr
Ø.	10-12	-	-	-	0,8-1,0	-	-	-
A.	8-10-12-15	12-20	-	10-20	0,8-1,0	0,8-1,0	0,8-1,0	0,8-1,0
H.	-	-	-	-	-	-	-	-
O.	-	-	12-20	-	ca. 1,0	ca. 1,0	ca. 1,0	-
B.	8-10	15-20	-	15-20	0,8-1,0	0,8-1,0	0,8-1,0	0,8-1,0
V.	10-12	12-16	12-16	10-15	-	-	-	-
T.	9-13	10-15	-	8-20	0,9-1,0	1,0-1,2	1,0-1,2	1,0-1,2
A-A.	8-10	-	-	9-14	-	-	-	-
V-A.	10	-	-	8-10	1,0	1,1	1,1	1,2-1,5
R.	6-7	10-15	8-10	5-7	1,0	0,8	1,0	1,2
E.	5	7	7	5	-	0,8-1,2	-	-
S. og Fj.	-	6-10	6-10	7-8	-	0,8-1,2	-	-
M. og R.	10	-	12	5-6	-	1,0-1,2	-	-
S.T.	10	-	-	7-10	-	-	-	-
N.T.	8-10	-	10-12	10-18	0,8-0,9	1,0-1,1	1,0-1,1	1,2
N.	8-10	10-12-15	-	8-10	0,8-1,0	1,0	1,0	1,0-1,3
T.	10	12-15	10-12	8-15	-	-	-	-
F.	-	-	7-15	-	-	0,7-1,0	-	-

På leirjord i innlandsstrøk med opp til 800-900 mm årsnedbør er grøfteavstanden vanlig omkring 10 m. På den aller stiveste leirjorda kan avstanden gå ned til 8-9 m, mens en for lettere leirjord kan bruke 12-13 m, unntaksvis 14-15 m avstand.

Dette stemmer for øvrig ganske bra med resultatet fra forsøket på Hvam, hvor 9-10 m avstand viste seg å være best på stiv leirjord.



Etter de tyske normalavstandene å dømme skulle også grøfteavstanden bli liggende i dette området. En undersøkelse av Bj. Frøystad viste at det stort sett er ganske bra overensstemmelse mellom de grøfteavstander som brukes i praksis på Sør-Østlandet og de avstander en kommer til på grunnlag av mekanisk analyse og normaltabellene, særlig etter tabellene 17 og 18. Overensstemmelsen er best for middels stiv og lettere leirjord. For den mest finkornete leire angir normaltabellene noe mindre avstand enn den som brukes i praksis. Denne tendens skulle ellers være den mest sannsynlige for leirjord i det hele.

For mjele stemmer normalavstandene meget godt med den avstand som etter forsøk og erfaring er funnet best. Dette er for øvrig også mer rimelig, idet mjelens gjennomtrengelighet for vatn i større grad er en funksjon av kornstørrelsen enn for leirjordas vedkommende.

I landsdeler med større nedbør brukes mindre avstander. På leirjord bruker en i Rogaland f.eks. 6-7 m og i Hordaland ca. 5 m. Dersom disse små avstander erfaringsmessig viser seg å være nødvendige, kan en også si at de er i overensstemmelse med Fausers formel for korreksjon av grøfteavstanden etter nedbøren. I Hordaland fylke er nedbøren mange steder omkring 4 ganger så stor som i innlandet. Etter formelen blir grøfteavstanden da bare halvparten av innlandets avstand.

På annen mineraljord i innlandsstrøk er grøfteavstanden 12-20 m, men ned til 6-7-10 m på Vestlandet. Rimeligvis krever mjelen erfaringsmessig den sterkeste grøfting av disse jordartene; etter forsøkene er 13-16 m avstand tilstrekkelig. Morenejord kan også være meget tett; men systematisk grøfting av denne er mer sjelden nødvendig i innlandsstrøkene. I de nedbørrike strøk derimot synes grøfteavstanden på denne jordarten å holde seg omkring 8-10-12 m.

På myrjord varierer grøfteavstanden fra 10-20 m på Østlandet til 5-6 m på Vestlandet. Av ren kvitmosemyr er det ennå dyrket relativt lite, slik at oppgavene i mindre utstrekning må antas å gjelde for denne. Grasrik og lyngrik mosemyr som er sterkt fortorvet i djupere lag, ser etter forsøk og erfaring ut til å måtte grøftes mest like sterkt som grasmyr (se f. eks. forsøket Tveit, Smøla). Dette blir særlig aktuelt i kyststrøkene, idet myrene her ofte er sterkt fortorvet selv om det er mosemyr. Den såkalte fett-torv synes å stamme fra kvitmosemyr og overgangsmyrtyper (Lende-Njå). Som kjent er fett-torv mest ugjennomtrengelig for vatn.

For ren, lite omdannet kvitmosemyr i innlandsstrøk er det trolig, at grøfteavstanden bør være 20-25 m, om grøftene skal legges igjen.

For grunnne myrer vil undergrunnens beskaffenhet være avgjørende. Er det f.eks. leir i undergrunnen og myrlaget er bare 30-40 cm djupt, vil grøfteavstanden måtte bli mest som for leirjord (se forsøket på Mære landbruksskole). Eller om det er grus i undergrunnen, vil grøfteavstanden kunne økes betraktelig (se forsøket på Løken i Vestnes).

Det kan også være av interesse i denne forbindelse å sammenlikne med de vanlige grøfteavstander i Danmark og Sverige.

I Danmark bruker en nå mye den framgangsmåte at en bestemmer grøfteavstand og djup på grunnlag av omhyggelig, skjønsmessig jordundersøkelse, idet en tar hensyn til klima og driftsform. Følgende avstander og djup anvendes vanlig nå (e. J.M. Jakobsen, 1946):

	Grøfteavstand ved tverrgrøfting	Grøftedjup
Meget stiv leirjord	10 - 12 m	1,0 m
Stiv leirjord	12 - 16 "	1,2 "
Alm. leirjord	16 - 18 "	1,2 "
Sandbl. leirjord	18 - 20 "	1,2 "
Leirbl. sandjord	20 - 25 "	1,0 "
Sandjord	25 - 40 "	0,7-0,9 m

På myrjord bruker en vanlig stor avstand, ca. 40 m. Om det viser seg nødvendig, setter en senere inn mellomgrøfter her. En ser saken slik at i tvilstilfelle er det best å grøfte svalt. Det er billigere å legge inn enkelte supplerende grøfter senere enn å grøfte hele arealet unødig sterkt.

Som en ser, er det ikke på langt nær så stor variasjon i grøfteavstanden som hos oss. Men så er det heller ikke så varierende nedbør. Middelnedbøren for året i tida 1886-1925 varierer mellom 520 og 740 mm.

Den vanlige grøfteavstand (og grøftedjup) i Sverige framgår av følgende sammenstilling (e. G. Ekström, 1947):

Tabell 24. Grøfteavstand og grøftedjup i m på ulike jordarter.

	Avstand		Grøftes stundom ikke	Djup	
	Variierer mellom	Middel- tall		Variierer mellom	Middel- tall
Grovmo	14-30	21	+	0,9-1,1	1,0
Finmo	12-26	18		0,8-1,1	1,0
Mjåla	12-20	18		0,9-1,2	1,0
Lerig sand	14-28	19		0,9-1,2	1,0
Lerig mo, lerig mjåla, mo- och mjållåttlera	13-22	17		0,8-1,2	1,0
Mellanlera	12-20	16		0,9-1,2	1,0
Styv lera	10-20	15		0,8-1,2	1,0
Myyket styv lera	9-16	14		0,8-1,0	1,0
Morånsand	12-25	17	+	0,7-1,1	1,0
Morånmo	11-20	17		1,0-1,2	1,0
Lerig morån, morånlåttlera	14-20	16		0,9-1,2	1,0
Morånmellanlera, styv morånlera	12-18	15		0,9-1,2	1,0
Gyttjelera, lergyttja, gyttja	14-40		+	0,9-1,1	1,0
Torvjord, låg förmultn.	16-40	25	+	0,8-1,3	1,1
" medelmått, förmultn.	15-40	23	+	0,8-1,2	1,1
" hög förmultn.	14-30	18	+	0,8-1,1	1,1

Den årlige middelnedbør varierer fra 440 mm i Norrbotten län til 820 mm i Hallands län.

For leirjord, særlig lettere leirjord, og torvjord er grøfteavstandene jevnt over større enn hos oss. I Skaraborgs län med årsnedbør ca. 600 mm er avstanden i meget stiv leirjord 14-15 m og 15-30 m i godt formuldet myrjord. Grøfteavstanden i leirjord har ellers tendens til å øke, bl.a. på grunn av resultatene fra Lanna forsøksgård i samme län.

## XV. GRØFTEDJUPET.

Grøftene blir som regel ikke like djupe over alt, men med grøfte-djupet mener en middeldjupet i sidegrøftene (sugegrøftene).

Av tabellene 23 og 24 vil en se at grøftedjupet varierer noe i praksis, men relativt langt mindre enn grøfteavstanden. Det har likevel vært og er framdeles delte meninger om grøftedjupet. Spørsmålet er lite forsøksmessig gransket ennå, men de forsøk som er utført på forskjellige steder i verden over relasjonen mellom grøftedjup og avling synes å tyde på at grøftedjupet i mange tilfelle har relativt lite å bety for avlinga.

De gamle steingrøftene her i landet viser seg oftest å være svært grunne, når en treffer på dem ved jordarbeiding. Ofte går steinfyllinga like opp under matjordlaget. Før midten av forrige århundre brukte en grunne grøfter også i andre land, f.eks. England. Omkring århundreskiftet skulle grøftene være mye djupere. I den senere tid er det igjen tendens til å bruke grunnere grøfter. Mens grøftedjup på 1,2 - 1,3 m tidligere var ganske alminnelig både hos oss og f.eks. i Sverige, er det nå vanlig omkring 0,8 - 1,0 m.

Det har vært en alminnelig oppfatning at en mellom grøfteavstand og -djup skulle ha et visst avhengighetsforhold, nemlig: jo større djup, desto større avstand. For jordarter med lite gjennomtrengelig undergrunn synes ikke dette å holde stikk. Vatnet strømmer ikke til grøfterørene på en slik måte som forutsatt om nevnte avhengighetsforhold skulle eksistere. Tidligere er nevnt de svenske undersøkelser av Flodkvist og hans teori om permanent og temporært grunnvatn. Det temporære grunnvatn dannes i det øvre moldholdige jordsjikt, matjordlaget. Etter en tids regn vil undergrunnen i leirjorda bli ganske tett. Det temporære grunnvatn strømmer derfor vesentlig i matjordlaget mot grøftene. Her synker det ned til ledningene gjennom den relativt lett gjennomtrengelige grøftejorda. Grøftene forutsettes å ligge tvers over fallet.

Avstrømningsundersøkelser i forbindelse med grøfteforsøket ved Kvorning (mellom Viborg og Randers, Jylland) synes å bekrefte Flodkvists teori. Forsøket er utført på stiv leirjord. De store avstrømninger fikk en meget hurtig etter snøsmelting og etter kraftig regn. Dette ville neppe ha vært tilfelle om vatnet først skulle passere gjennom undergrunnen. Ved Kvorning ble grøftedjupene 80, 115 og 150 cm prøvd, men en fikk ikke regelmessig utslag for ulike djup.

Noe av samme tendens synes å vise seg i resultatene fra Lanna forsøksgård i Skaraborg län, Sverige. Jordarten på forsøksfeltet er "mullhaltig till mullrik mellanlera på styv ishavslera". I middel for 10 forsøksår har avlinga ved 14 m avstand og 1,10 m djup blitt 98,3 % av avlinga ved samme avstand og 0,8 m grøftedjup. De forskjellige vekstene har dog ikke reagert helt ens. For høsthvete har således det største grøftedjupet vist seg heldigst. For havre går tendensen i motsatt retning. Engvekstene har vist seg mest tolerante. Høyavlinga ble omtrent ens enten grøfteavstanden var 7,5 m og djupet 1,4 m eller avstanden var 22,5 m og djupet 0,6 m. Disse resultater gjelder jo strengt tatt bare for forsøksstedet, men kan likevel være nyttige andre steder i kombinasjon med praktisk erfaring.

I forsøket på Hvam var 95 cm best til eng og 110 cm best til bygg og nepe. Her viste det seg ellers at grunnvatnet etter sterkt regn stod høyest på teigene med de djupe grøftene. Om våren ble jorda på disse teigene senere bekvem for arbeidning. Dette er uttrykk for at bevegelsen i det permanente grunnvatn er meget langsom. Det tar lengre tid for vatnet å komme fram til ledningene når de ligger djupt. Dette forhold blir særlig utpreget i stiv leirjord p.g.a. dens ubetydelige gjennomtrengelighet for vatn i gjennomfuktet tilstand, altså om våren og etter høstregnet. Men det er særlig i denne tida at en må søke å holde leirjorda bekvem for vårarbeidene og om høsten tørr nok f.eks. under potetopptaing og høstpløying. Først og fremst bør en sørge for hurtig bortledning av overflatevatn og temporært grunnvatn. Til dette formål har det liten hensikt å grave grøftene djupe.

I tørkeperioder vil grunnvatnet kunne senkes mer ved djupe enn ved grunne grøfter, også på stiv leirjord. Denne virkningen kan ikke sies å være så heldig eller nødvendig for planteveksten. Er jorda bevokset, vil planterøttene i vegetasjonstida pumpe opp så store vassmengder at dette sannsynligvis vil virke sterkere på grunnvasstanden enn grøftedjupet. (Ved undersøkelse har en funnet over 1,5 m djupe hveterøtter i leirjord). Derfor har en også sett at grunnvatnet kan synke betydelig under grøftebotnen om sommeren. Her kan nevnes at ved Kvorning fant en ikke større forskjell i grunnvasstand for grøftet og ugrøftet leirjord i vegetasjonstida.

På lettere jord med større gjennomtrengelighet for vatn, men likevel med god kapillær ledningsevne, kan en uten ulempe for plantene og bruken ha djupere grøfter i større avstand. Av hensyn til kostnaden er det likevel ganske snevre grenser for hvor djupt det vil lønne seg å grave grøftene.

Dersom det er nødvendig å grøfte lett sandjord, bør en være forsiktig med å bruke djupe grøfter.

Er jorda sterkt lagdelt, med stor forskjell i gjennomtrengelighet i de forskjellige lag, kan det være grunn til å gjøre grøftene noe djupere eller grunnere enn vanlig. Dersom en over en vesentlig del av arealet, som skal grøftes, finner et for vatn lett gjennomtrengelig sjikt litt under vanlig grøftedjup, kan det lønne seg å legge ledningene i dette nivå. Dermed kan deres virkning bli så mye større at avstanden kan økes vesentlig. Det hender jo at en ved grøfting av leirjord eller tett myr kan komme ned i sand- eller gruslag. På den annen side har en tilfelle hvor løs myr, mjele eller sandjord ligger på tett leir i 80-100 cm djup. Det er her lite å vinne ved å legge ledningene nevneverdig ned i leirjorda. Det meste av vatnet vil likevel renne fram til grøftene i det løse jordlaget oppå leira.

For myr er det verre å velge hensiktsmessig grøftedjup. En må da søke å ta hensyn til at myra vil synke sammen etter grøftinga. Denne synking blir størst i meget djupe, våte og svampete myrer. En kan her bli nødt til å grøfte om igjen etter få år.

Synkinga skyldes dels at det frie vatnet fjernes slik at massen faller sammen, dels at torva krymper p.g.a. at den smått om senn tørker ut etter grøftinga. Størst krymping får en under ellers like forhold hos sterkere omdannet torv. Dessuten får en svinn ved at lufttilgangen befordrer oksydasjonsprosesser og mikrobiologisk virksomhet.

Ved Gisselås forsøksgård i Jämtland har en utført forsøk over synking på Gisselåsmyra for 10-års perioden 1922-1932. Tallene er følgende:

Tabell 25.

Myrddjup i cm	Antall boringspunkter	Synking i	
		cm	%
0-50	15	14	43,0
60-100	25	20	24,0
110-150	57	24	18,3
160-200	57	27	15,4
210-250	50	33	14,2
260-300	25	38	14,2
> 300	10	41	12,4

Som en kunne vente, er den absolutte synking størst hvor myra er djupest, men prosentisk størst synking har de grunneste myrpartier. For øvrig kan nevnes at lite formoldet myr viste størst synking. Dessuten er

synkinga mye større der hvor myra brukes til åpen åker enn hvor den brukes som varig eng.

På grunnlag av materiale fra Gisselås er Hallekorpi kommet fram til følgende relasjon:

$$y = 0,09x + 12, \quad \text{hvor}$$

y = den totale synking i cm

x = myrdjupet i cm.

Konstanten i likninga betyr at svinnet i det øverste torvlag som følge av kultivering skal dreie seg om 12 cm.

Ved ny nivellering i 1942 fant en at synkinga i årene 1932-1942 var bare 5 cm i middel, dvs. praktisk talt unnagjort i første 10-års perioden og var da 2,5-3 cm i middel pr. år for myr som var inntil 2,5 m djup.

Følgen av synkinga er bl.a. at grøftene blir grunnere med tida. Dette er mest utpreget i kvitmosemyr og liknende myrtyper. En annen erfaring går ut på at fallet i grøftene kan bli forstyrret. Synkinga gjør seg også gjeldende for myrlag under grøftebotnen. På et vis synker hele eller deler av grøftesystemet ned.

Synking av grøftebotnen ble også undersøkt i forsøket på Gisselåsmyra, og følgende sammenstilling viser tendensen:

Tabell 26.

Skifte	Myrdjup, middel i cm		Grøftedjup, cm		Synking av grøftebotnen i		
	1922	1932	1922	1932	myra i cm	% av myras synking	
						cm	% av myras synking
XVI	} 223	} 194	60	67	29	36	122
"			80	78	29	27	93
"			100	95	29	24	83
"			120	97	29	6	21
"			140	111	29	0	0
XV	} 178	} 141	60	56	37	33	89
"			80	67	37	24	67
"			100	79	37	16	42
"			120	84	37	1	3
"			140	103	37	0	0
V	221	189	120	93	32	11	34
IV	201	169	120	95	32	7	22

Som en ser, er det botnen i de grunneste grøftene her som sank mest.

På Store Vildmose, Jylland, har en målt synking som varierer fra 38,7 cm i løpet av 14 år til 115,7 cm i 11 år. Tallene skriver seg fra undersøkelser i årene 1925-1941. Synkinga syntes ennå ikke å være avsluttet.

Tidligere er nevnt at på Mæresmyra sank grasmyr på et felt som stadig lå til eng 15-20 cm i løpet av 28 år, og på et annet felt som skiftevis var oppe til åker 25-30 cm i løpet av 24 år. Forskjellen kommer ikke bare av driftsmåten, men myra på det sistnevnte feltet var våtere før grøftinga. På Mæresmyra har det vist seg nødvendig å grøfte om myr etter ca. 30 år. Det gjelder både grasmyr og mosemyr.

På myrjord ved Stend landbruksskole i Hordaland, har Byrkjeland funnet opptil 1,5 m synking i løpet av ca. 65 år. Videre er han på grunnlag av materiale fra 33 herreder i Hordaland kommet til at det i gjennomsnitt forsvinner ca. 2 cm om året når det drives vanlig engskiftebruk. Dette medfører omgrøfting av myrene etter ca. 30 år.

Undersøkelse av 3 mindre myrer på Jæren viste en synking av i gjennomsnitt 2,8 cm pr. år for en 10-års periode.

Løddesøl har undersøkt synking av ei myr på Justøya i Vest-Agder. Myrhøyden i dag ligger 1,5 à 1,6 m under nivået for 70-75 år siden. Dette blir i gjennomsnitt ca. 2 cm synking pr. år. På denne myra har det i lengre tid vært intensiv jordbruksdrift, og omgrøfting har vist seg nødvendig med 15-20 års mellomrom.

Så stor synking som nevnt for Store Vildmose kan en vanskelig ta fullt hensyn til ved første gangs grøfting. Grøftene blir alt for djupe, og dette er særlig uheldig i kvitmosemyr. Er det risiko for stor synking, bør en heller søke å la grøftene stå åpne noen år. De renskes da opp, eventuelt graves de djupere når de senere legges igjen.

Om en regner med å måtte grøfte om myra etter 25-30 år, skulle en i mange tilfelle ikke behøve større synkingsmonn enn 25-30 cm. Myra kan for øvrig synke ujevnt slik at fallet kommer i ulage, og ledningene må legges om tidligere.

På grasmyr bør grøftene tas 110-120 cm djupe, dersom myra er så djup. Derved vil grøftedjupet være sikret i mange år, om en får synking av størrelse som nevnt fra Mæresmyra. For øvrig er en ikke så utsatt for skadevirkning av for djupe grøfter i grasmyr. På tett myr, eller myr som holder sterkt på vatnet kan det være vel så heldig med litt grunnere grøfter, omkring 1,0 m.

På kvitmosemyr er det lett å gjøre skade ved for djupe grøfter. Myra blir for tørr. På Mæresmyra var det best med 60-90 cm åpne grøfter.



Skal en på slik myr bruke lukte grøfter, må de tas minst 1 m djupe. Avstanden gjøres da tilsvarende større.

På steder med sterkt spesialisert plantedyrking kan det bli tale om å rette grøftedjupet etter kravene til den aktuelle vekst. Hos oss blir dette aktuelt særlig hvor en av klimatiske grunner er henvist til ensidig høyavl og beite. Til permanent eng og beite kan grøftene godt være grunnere enn når jorda skiftevis skal være oppe til åker. Særlig vil innslag av høstsæd og rotvekster betinge større grøftedjup. Av rotvekstene synes sukkerbeter å stå i en særstilling. I Sverige, Danmark og Mellom-Europa er det således vanlig å bruke atskillig djupere grøfter i sukkerbetedistriktene enn ellers. I frukthager har det også vært vanlig å bruke djupe grøfter, bl.a. for å motvirke tendensen til at ledningene tettes igjen med røtter.

Grøftedjupet bestemmes ikke bare av hensyn til kulturvekstenes krav og jordarten. Også holdbarhetssynspunkter gjør seg gjeldende. Det en særlig er redd for ved bruk av relativt grunne grøfter, er økt risiko for:

1. Røtter som vokser inn i ledningene.
2. Frostskader på rørene.
3. Rørene ulages ved teleheving
4. Jordinnslamming i ledningene.

Vi vet at vekstenes røtter kan gå til betydelig djup; hveterøtter til minst 1,5 m, røtter av luserne og sukkerbeter til over 2 m. I sukkerbetedistrikter, som f.eks. Skåne, vil en framdeles ha grøftene minst 1,0-1,1 m djupe for å motvirke innveksling av beterrøtter. Røttene fra enårige planter vil dog snart visne og råtne bort eller skylles ut av rørene. Mer **sjenerende** er røtter fra flerårige eller treaktige vekster. Disse kan i løpet av kort tid fylle rørene helt.

I alminnelighet kan en ikke legge rørene så djupt at de er helt sikret mot at røtter vokser inn; men en bør såvidt mulig unngå å dyrke vekster som luserne og sukkerbeter på nygrøftet jord. Når jorda over ledningene har satt seg, ser det ut til at risikoen for at rørene skal vokse igjen med røtter er betydelig mindre, enn når grøftejorda er løs.

Frostskade på rør i grøfter ser ikke ut til å være noen nevneverdig ulempe under vanlige forhold. Det hevdes undertida at rørene bør ligge så djupt at de ikke fryser selv i strenge vintrer. I Finnland har en f.eks. av denne grunn i sydlige trakter gravd grøftene 1,20 m djupe, i de nordlige landsdeler 1,40 m.

Nyere undersøkelser av teleproblemet viser at når jorda fryser, bindes en betydelig vassmengde i telesjiktet. Vatnet ledes hit kapillært fra underliggende lag. Dette fører til at jordlaget, som grøfterørene ligger i, etterhvert blir mindre vassholdig. Rørene tømmes også. Noe vesentlig tilløp ovenfra gjennom telen blir det knapt på denne årstida i trakter som normalt har frost, tele og snø.

Når rørene således kan forutsettes tomme og jorda omkring dem er mindre vassholdig, blir det liten fare for sprengvirkning, om frosten skulle nå så djupt. Med ca. 1,0 m grøftedjup vil ledningene hos oss i de fleste tilfelle være sikre i snødekket jord. Men er jorda enkelte steder sterkt trafikert, kan telen trenge ned både fort og djupt. Under slike forhold kan en antakelig ikke se bort fra at frosten kan ødelegge rørene. Det samme blir tilfelle om rørene er ujevnt lagt, slik at det enkelte steder står vatn i dem.

Hva teleheving angår, er det gitt at risikoen for dette blir større jo grunnere grøftene er. Det blir særlig aktuelt i jord med tendens til sterk teleheving (myr, mojord og njele). Her vil det derfor ikke være klokt å bruke for grunne grøfter; men omkring 1,0 m djup vil i de fleste tilfelle rekke til hos oss.

Grøftedjupets innflytelse på gjenslamming av ledningene er et lite undersøkt og derfor uklart spørsmål. I nygrøftet jord kan en etter snøsmelting og etter sterkt regn undertida oppdage store hull i grøftjorda over ledningen. Slike hull er laget av overflatevatnet i den relativt løse grøftefylla. Ligger ledningene så grunt at vatnet kan fosse like ned til dem, er det klart at faren for gjenslamming er tilstede. Slike hull bør derfor hurtigst stoppes igjen. Ellers kan en sikkert si, hva gjenslamming angår, at nøyaktigheten ved arbeidets utførelse bl.a. rørlegginga, spiller en større rolle enn grøftedjupet.

Som konklusjon kan vi sette høveligste grøftedjup i jord som skal brukes til vanlig omløp med åker og eng, til følgende:

Ren leirjord	} 80 - 100 cm
Grov sand og grus	
Annen mineraljord	100 - 120 "
Kvitmosemyr	100 - 110 "
Grasmyr	110 - 120 "

Samlegrøftene blir som regel litt djupere enn sidegrøftene; men hvor mye beror på rørdimensjonen i samlegrøfte og hvordan rørene koples sammen.

## XVI. ÅPNE KONTRA LUKTE GRØFTER I DETALJGRØFTING.

Med detaljgrøfting menes her grøfting på det enkelte jordstykke. En annen kategori av grøfting er graving av større eller mindre grøfter som avløp fra eiendommen til en eller annen resipient. De større avløpsgrøfter kalles også gjerne kanaler.

Åpne grøfter vil en nå ha minst mulig av i jordbruket. Tidligere har vi brukt en del åpne grøfter i detaljgrøfting, men ikke i den utstrekning som i våre naboland. I visse deler av Sverige og i stor utstrekning i Finland forekommer bruk av åpne grøfter med liten avstand, også på opplendt jord. I vestre Sverige f.eks. er jorda fra gammelt systematisk grøftet med åpne grøfter i 15-18 m avstand. Dette fins også ennå, men som et ledd i tidas rasjonaliseringsarbeid, blir disse grøftene mer og mer erstattet med lukte, som regel nærgrøfter. Derved blir det bedre muligheter for mekanisert drift.

Åpne grøfter tar ellers bort en stor del av jordarealet. Det trengs mange bruer og overganger mellom skiftene, og grøfteskråningene er tilholdssted for ugras og plantesykdommer, som herfra spredes ut over åker og eng.

Grøftene må renskes opp regelmessig og ofte. Er fallet lite, vokser botnen fort til med gras. Hele profilet må da slås minst en gang hver sommer. Dette gir store driftsutgifter. Det ser også ut til at effekten av åpne grøfter er mindre enn av lukte. I finske forsøk (Taneli Jun-sela, 1945) på stiv leirjord har en bl.a. funnet at:

1. Om høsten og våren stod grunnvatnet lågere i jord med lukte grøfter enn hvor grøftene var åpne. Om sommeren derimot stod det høyere i jord med lukte grøfter. Dette mener en skyldes mindre fordunstning her enn hvor grøftene var åpne.
2. Telen gikk 15-20 % djupere og hadde større vassinnhold i jord med åpne grøfter enn hvor de var lukket. Dette medførte 7-10 dager senere opp-tørking om våren.
3. Jorda med lukte grøfter ble derfor fortere varm om våren. Året 1940/41 fant en i midten av mai en temperaturforskjell i 20-60 cm djup av i mid-del 2,4° C.

Når de åpne grøfter blir vasstomme i kalde vintrer med lite snø, får en også tele i botnen. Dermed dannes det et slags teletraug. Særlig i myrjord vil denne telen p.g.a. skyggen i grøftene tine senere opp enn telen i jorda mellom grøftene. Av dette følger dårlig virkning om våren.

Ellers kan nevnes at åpne grøfter krever et betydelig gravearbeid. En relativt stor jordmasse skal tas opp og dessuten fjernes eller spredes utover. I myr, hvor en f.eks. kunne bruke sideskråning 1:0,5, ville det således bli minst dobbelt så stor jordmasse å ta opp. I leirjord blir forholdet enda mer ugunstig. Dette gir så mye større gravekostnad at de sannsynligvis ikke blir billigere i anlegg enn f.eks. rør-, tre- eller torvgrøfter.

Til tross for de nevnte ulemper kan det være forhold som gjør åpne grøfter ønskelig eller nødvendige i forbindelse med detaljgrøfting. Således er de brukbare når det er vanskelig å skaffe avløp for tilstrekkelig djupe, lukte grøfter. Dette f.eks. på grunn av for høy vasstand i resipienten og lite eller intet fall på terrenget. Åpne grøfter kan være grunnere og med mindre fall enn lukte, men likevel effektive, bl.a. fordi en får relativt rask bortledning av overflatevatnet.

I løs myr kan det være hensiktsmessig å bruke åpne grøfter ei tid, inntil grøftebotnen er fast nok til å bære lukningsmaterialet, eller til myra i hovedsaken har sunket fra seg. I Danmark har en f.eks. målt inntil 25 cm synking i løpet av 4 måneder etter at vasstanden i myra (lavmose) var senket fra overflaten til ca. 60 cm under den (J.M. Jakobsen, 1946). I kvitmosemyr vil dessuten grøfteavstanden kunne gjøres relativt stor, og grøfteveggene kan for ei tid stå praktisk talt loddrette.

Hvor en har særlig jernholdig vatn med sterk okerutfelling, kan åpne grøfter være berettiget. Det samme gjelder i skog, hvor røtter fort ville stoppe eventuelle ledninger.

I skogen er grøftenes oppgave i hovedsaken ofte å lede bort overflatevatn, flomvatn. De legges da i lågere partier, ofte ganske grunne og med uregelmessig forløp. De er lite skikket for lukking. En annen type av skogsgrøfter må også helst stå åpne, nemlig de s.k. forsvarsgrøfter. Dette er grøfter som skal skjære av grunnvass-sig eller ta imot overflatevatn for å hindre forsumping av nedenforliggende skogsterreng.

Tilsvarende avskjærings- eller flomgrøfter brukes også i jordbruket når en vil beskytte lågere liggende dyrket jord mot overflatevatn eller grunnvass-sig fra terrenget ovenfor. Disse grøftene må være så djupe at de når gjennom det vassførende lag. Er det myr eller torv i det øvre laget, må avskjæringsgrøfta rekke ned i fast botn. Botnbredden kan være 30-40 cm og djupet 60-90 cm. Sideskråningen må rette seg etter jordarten.

Ved nydyrking, bureising, kan det bli tale om å la grøftene stå åpne ei tid for at en i første omgang skal rekke over så stort areal som mulig. Især vil dette være brukbart når jorda ikke trenger systematisk

grøfting, men bare ei grøft her og der. Når jord og nedbør betinger systematisk grøfting, og en kanskje vil nytte mekaniserte oppdyrkningsmetoder, er det trolig at grøftene må gjøres helt ferdige med en gang og på forhånd.

### XVII. LUKTE GRØFTER.

En sammenstilling utført av Landbruksdepartementets grøftekomité av 1941 etter oppgaver fra landbruksselskapene viser hvilke grøftematerialer en bruker i de forskjellige fylker:

<u>Fylke</u>	<u>Grøftemateriale</u>
Østfold	Teglrør.
Akershus	Mest teglrør, noe trerør.
Hedmark	Bordlurer, stein og teglrør.
Oppland	Teglrør (i flatbygder), stein og bordlurer.
Buskerud	Mest teglrør, stein og tre.
Vestfold	Mest teglrør, trerør, bord.
Telemark	Stein 35 %, teglrør 30 %, torv 5 %, tre 30 %.
Aust-Agder	<u>Stein</u> , rør, tre.
Vest-Agder	Tre, <u>stein</u> , teglrør, trerør.
Rogaland	<u>Stein</u> , bord, rør, torv.
Hordaland	Stein, noe tre og torv.
Sogn og Fjordane	<u>Stein</u> , tre.
Møre og Romsdal	<u>Stein</u> , tre på myr og fin sand.
Sør-Trøndelag	Mest <u>stein</u> , teglrør i sentr. bygder, tre i myr.
Nord-Trøndelag	<u>Stein</u> , tre, torv, teglrør (vanlig).
Nordland	<u>Stein</u> , tre, torv.
Troms	<u>Stein</u> , tre, torv.
Finnmark	<u>Stein</u> , litt tre.

Etter grøftematerialet kan en skille mellom steingrøfter, tregrøfter, torvgrøfter og rørgøfter. Dessuten har en s.k. torpedogrøfter hvor det ikke egentlig er noe spesielt materiale.

## 1. Steingrøfter.

Selv om steingrøftene er meget arbeidskrevende, viser det seg at stein er det viktigste grøftingsmateriale i mange fylker. Både trevirke og teglrør faller mange steder svært dyrt i bruk. I Sogn og Fjordane f.eks. bruker en til dels å sprengte fjell for å skaffe stein til grøfter. Men ellers er det sannsynlig at steingrøftene helst blir lagt i nydyrket, steinfull jord, hvor en etter brytinga har steinen liggende ovenpå. Etter å ha ligget utover ei tid, vil den være ren nok til å kunne legges i grøftene. Dette krever ikke vesentlig mer arbeid enn å kjøre den vekk ellers. I andre tilfelle, hvor en må kjøre grøftesteinen lange veger, blir disse grøftene med de aktuelle arbeidslønninger meget dyre. Derfor er det mindre sannsynlig at de er så alminnelige ved grøfting av tidligere dyrket jord.

Steingrøftene er ellers best skikket ved uregelmessig grøfting. Ved systematisk grøfting kan det bli tale om en kombinasjon av åpne og lukte grøfter, idet en lar sidegrøftene, steingrøftene, hver for seg munne ut i en åpen samlegrøft. Ulempen er at en får mange grøftemunninger, som krever årlig tilsyn.

Steingrøfter kan føre store vassmengder, når de bygges etter det. På grunn av relativt stor strømningsmotstand krever de et visst minste fall, som enkelte oppgir til 1:300. Generelt må disse grøftene ha fast botn. Når fallet er stort, vassmengden også stor, er det bl.a. brukt å forsterke botnen ved å stampe inn et lag småstein, eller å kle botn og sidene nederst med bakhon. I myr er steingrøfter mindre hensiktsmessige. Til forsterking av botnen kan en her trenge trematerialer med noe større bøyingsstyrke. Men en har også eksempel på godt resultat av steingrøfter i fast myr uten forsterking av botnen.

Steingrøftene bør som regel graves noe djupere enn andre lukte grøfter av hensyn til telen. Av samme grunn vil en også ha grøfteveggene brattest mulig, helst loddrette, med tilsvarende steinsetting. Telen får derved mindre tak på steinen fra siden. Dessuten vil grøftefylla synke bedre sammen. En vil helst ikke risikere at overvatnet fosser direkte ned i steinsettinga. For å beskytte steinlaget mot jord og slam ovenfra, blir det dekket med mose, torv, lyng, ris, bar eller høvelflis. En gammel regel går ut på at en ikke skal merke noe til steinen om en trækker oppå dekklaget. Foruten grøftedjupet må høyden på steinsetting og dekklag avpasses slik at en ikke kommer nedi det ved jordarbeiding.

Botnbreidda må rette seg etter storleiken på steinen og settetåten. Den er vanlig 30-50 cm.

Noen typer av steingrøfter er vist i fig. 15.

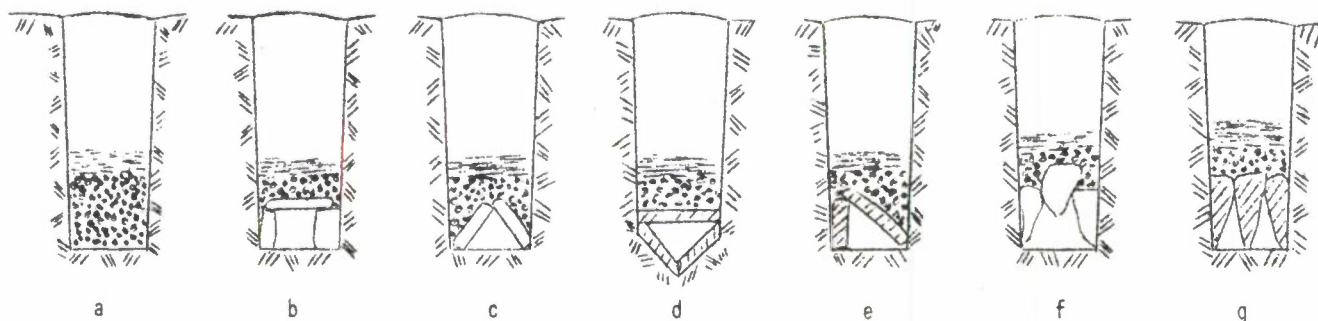


Fig. 15. Steingrøfter.

Kult-, småstein- eller fyllingsgrøfter (type a) er enklest å lage, når en har bare små stein. Stein av knyttnev størrelse anses som passe. Ellers brukes største steinen (kult) i botnlaget og mindre oppover. Den minste øverst. Disse grøftene graves 25-30 cm brede i botnen, og steinlaget kan være 30-50 cm høyt. De må ha godt fall. Småsteinen gir stor strømningsmotstand. Derfor kan de være hensiktsmessige hvor fallet er så stort at en ellers kan risikere graving.

Relativt grunne kultgrøfter som fylles med småstein helt i dagen, brukes noe til å stabilisere vanskelige veg- og jernbaneskråninger, bl.a. ved at de opptar overflatevatnet.

Kiste-, møne-, omvendt møne- eller halvmønegrøfter (b,c,d,e) kan brukes når en har høvelig stein, helst skiferheller. Da vatnets berøringsflate med botnen blir relativt stor og sammenhengende, kan det bli nødvendig å legge steinheller på botnen også (eller annen forsterkning). Vassledningen blir relativt stor og ensartet. Derfor kan disse grøftene grille seg med rimelig fall (1:300).

Piggsetting (fig. 15, f,g) er det vanligste. Her er det ikke så nøye med steinformen. Rund stein kan slås sund, og den settes med den flate side mot grøfteveggen. Steinen eller steinene i midten bør være kileformet og settes ved type g like på botnen. De bør ellers presses ned slik at all steinen står fast. I slike settsteinsgrøfter som temporært må ta store vassmengder, har en også brukt 2 sett stein, det ene oppå det andre.

Over kiste-, øye- eller settsteinen legges et lag småstein og derover igjen dekk materialet.

Grøftemunningene bør ved kultgrøfter og piggsetting lages som øye- eller kistegrøft.

## 2. Tregrøfter.

Trematerialene varer lengst i jord hvor de holdes jevnt fuktige. Dette blir særlig tilfelle i myr. De er derfor også mye brukt i denne jordarten hos oss. Oftest blir de brukt i større lengder, bordlurer er f.eks. ca. 5 m lange. Derfor vil de ikke så lett ulages om grøftebotnen er løs. Av denne grunn er de særlig skikket i løs myr. Men mange steder faller trematerialene så billige i forhold til andre grøftematerialer at de også i stor utstrekning brukes i mineraljord. Det er ikke alltid holdbarheten mot råtning som bestemmer hvor lenge disse grøftene er i funksjon. Lange trematerialer er videre relativt enkle å legge ned. Det kreves mindre spesiell øvelse eller påpasselighet, slik som f.eks. ved rørgrøfter.

Ved bruk av bordlurer blir det sjelden aktuelt med valg av treslag. Ellers vil ener holde seg lengst i jorda. Asp og selje varer også lenge i jevnt fuktig jord. Bjørk råtner fort.

Noen typer av tregrøfter er vist i fig. 16.

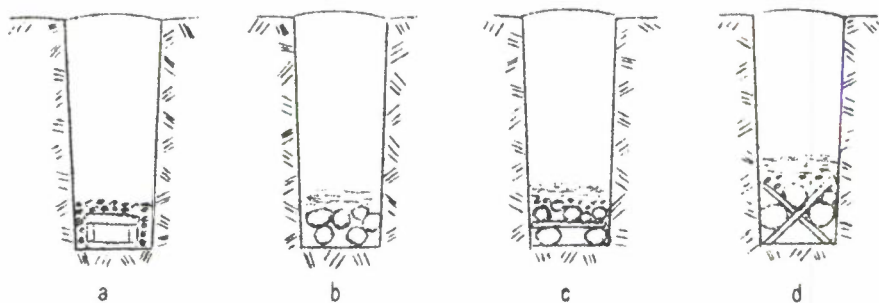


Fig. 16. Tregrøfter.

Bordlurer (fig. 16, a) spikres sammen av bord og lekter. En alminnelig dimensjon lages av 1" x 5" bord og 1" x 2" lekter. Dette er 2. eller 3. sort bord. Enkelte steder føres også spesiell sortering, s.k. grøftebord. 1" vrakbord faller billigere og gir ganske bra lurer. Er det stor vassføring, brukes 1" x 3" lekter, eller 1" x 4" bord istedenfor lekter. En kan også lage bordlurene møneformet, 3 bord sammenspikret. For at bordlurene ikke skal bli for tette, kan en legge tynne trefliser mellom lokkbordet og lektene. Det brukes også å lage små hakk i lektene. Finnen Keso anbefaler å bruke et par cm bredere bord i lokket enn i botnen. Dette for å få en liten kant over innløpsåpningene.

Skjøten kan lages ved at lokkbordet forskyves 30-40 cm i forhold til botnbordet og lektene. Denne bordenden spikres så til neste lurlengde. Lurlengdene legges vanlig ned i grøfta hver for seg og spikres sammen der. Eller den ene lurende spisses noe og stikkes inni den nedenforliggende.



I denne må bord og lekter teljes av tilsvarende. Skjøtene blir sjelden tette. De dekkes derfor gjerne med mose, høvelflis, sekkefiller o.likn.

Å bruke bordlurer både i samle- og sidegrøfter byr ikke på noen vanskelighet. Sidelurene kan koples til på siden av eller legges oppå bordlurene i samlegrøfta, alt etter disponibelt djup på grøftene. En må passe på at det ingen steder blir stående åpne lurender, hvor jord kan skylles inn. Bordlurene gir ellers den slags grøftemunninger som best tåler å munne enkeltvis ut i åpen samlegrøft. En må bare passe på at de holdes åpne. Vassledningsevnen i trelurer er nesten like god som i rørgrøfter. Særlig i myr med liten fare for gjenslamming kan fallet tåles ganske lite, 2-3 o/oo. Men i mineraljord blir faren for tilslamming større jo mindre fallet er.

Stanggrøfter (fig. 16, b,c,d) er ikke mye brukt nå. De blir aktuelle på avsidesliggende steder hvor andre materialer av transporthensyn faller for dyre. Disse grøftene er arbeidskrevende, og forbruk av trevirke er stort.

Risgrøfter er også mer sjeldne. Materialet er helst ener, men kvist av lauv- og barskog er også brukbar. Riset legges på skrå med rotenden ned og toppenden i fallretningen. Derved blir strømningsmotstanden minst. Risgrøfter passer best i myr og andre lette jordarter som ikke presser materialet for sterkt sammen.

Både stang- og risgrøfter har liten vassledningsevne.

### 3. Torvgrøfter.

Torvgrøfter brukes bare i myr, en del på Vestlandet og i Trøndelag, men mest i Nordland og Troms.

Med grøftetype avpasset etter myras fasthet og med en del seig og fast torv kan det bli gode, varige og billige grøfter.

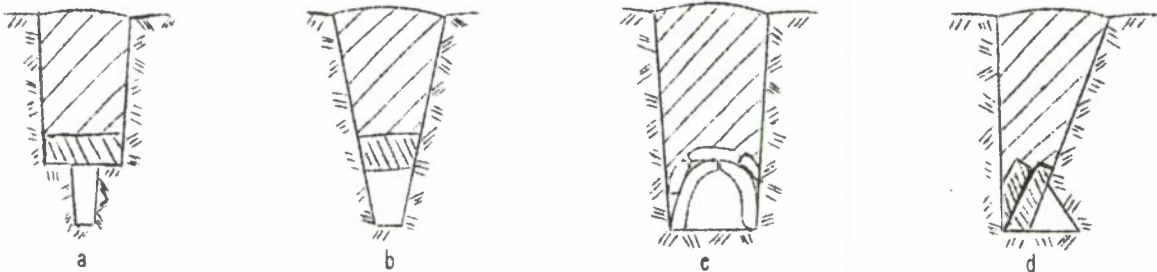


Fig. 17. Torvgrøfter.

Avsatsgrøfter (fig. 17, a) er antakelig mest brukt. Grøfta tas først 20-30 cm djup, og 40-50 cm bred i botnen. Midt etter botnen stikkes med høvelig spade ei 30 cm djup renne, ca. 7 cm bred nederst og 10 cm øverst. På avsatsene som derved dannes, og over renna legger en seig torv, gjerne grastorv. Istedenfor torv kan renna dekkes med bakhon som legges på tverrtrær. Avsatsene må være faste nok til å tåle trykket fra massen ovenfor.

En modifikasjon av denne grøftetypen er s.l. hvelvgrøft (fig. 17, c). Avsatsene stikkes løs og bøyes mot hverandre. Metoden krever enda seigere myr, og er visstnok ikke brukt her i landet.

Kilegrøfter (fig. 17, b) er f.eks. brukt i de temmelig bløte myrene på Smøla. Tverrprofilet er bortimot kileformet, relativt slak sideskråning og bare 10-15 cm botnbredde. Vanlig dagbredde er 55-60 cm. Vassrenna lages ved at en presser nedi stor nok og seig torv som blir hengende 25-30 cm over botnen. Denne dekktorva eller "lompen" støtter samtidig veggene. Derfor kan det tåles noe løsere myr i dette tilfelle. På Smøla ble "lompen" tatt i første spadestikket, men ca. 10 cm smalere enn grøftebredda i dagen. Den hugges løs på undersiden med flåhakke.

Splittgrøft (fig. 17, d) er en dansk utforming. Den ene grøfteveggen tas omtrent loddrett, den andre mer skrå. Nederst på denne stikkes ut ei kileformet renne (splitt) som dekkes med seig torv.

Grøftemunningene bør lages av 3-4 m lange bordlurer som legges med så sterkt fall at de kan munne ut under vatn i avløpet. Dette for om mulig å forebygge at vonden ødelegger torvgrøftene.

Fallet på disse grøftene kan være lite, ned til 2,5-3 o/oo.

#### 4. Torpedogrøfting eller tubulering.

Denne grøftemåten mener en stammer fra England, hvor den ble brukt alt i 1780-årene. Senere har interessen for den der vært vekslende, men senest under siste krigen var den meget brukt. I Sverige ser den ut til å være brukt på Gotland lenge før den ble introdusert på kontinentet.

Navnet skriver seg fra at selve vassledningen lages i jorda, uten særskilt materiale, av et torpedolignende legeme, en konus, som etterlater en sylindrisk åpning i plastisk jord, når apparatet kjøres framover. Særlig de apparater som ble konstruert for hestekraft liknet nærmest en plog, derav navnet torpedoplog. Selve arbeidsorganet, vanlig 2-3" i diameter, er festet på nedre enden av en kraftig stålkniv, og denne er igjen regulerbart festet til en plogås. Apparater spesielt for traktordrift kan ha litt annen konstruksjon, bl.a. med kontinuerlig regulering av tubuleringsdjupet under maskinens gang.

Metoden er brukbar bare i plastiske jordarter, fri for stein og trerøtter. Dette blir særlig stiv leirjord, men den er også brukt i fast myr. I småkupert terreng er det vanskelig å få jevnt fall på vasskanalene.

Dreneringsdjupet blir lite, vanlig 50-60 cm, men i Holland er det konstruert plog for 70-90 cm djup. Behovet for trekk-kraft er da selv sagt ganske stort.

Avstanden mellom "ledningene" blir også vanlig ganske liten. Noe generelt kan ikke angis. En metode, brukt i England, er i prinsippet følgende: Et system av samlegrøfter legges med avstand opptil 300 m. Til ca. 40 cm under jordoverflaten fylles de med slagg eller grov grus, deretter jord. Torpedoplogen kjøres så tvers over disse samlegrøftene, 50-60 cm djupt og med 2-10 m avstand.

Erfaring fra forskjellige land i de senere år går ut på at den rene torpedogrøfting, tubulering, ikke har vist seg så pålitelig at metoden kan anbefales som erstatning for andre grøftemetoder. Derimot kan den være vel brukbar i kombinasjon med andre grøfter og derved gjøre kostnadene mindre (større avstand mellom de vanlige grøftene). Særlig de første årene vil disse grunne vassledningene framskynde opptørking og strukturendringer i jorda.

I Sverige er denne kombinasjon prøvd på meget stiv leirjord som var systematisk grøftet med 10-12 m avstand (Russelbacka, Västergötland). Jorda var her så tett at den ble meget sent tørr nok om våren og vesentlig bare like ved grøftene. Etter forutgående forsøk med tubuleringsavstandene 0,55, 1,4 og 2,8 m og djupet ca. 45 cm, ble hele eiendommen, ca. 360 hektar åker, behandlet. Tubuleringsavstanden ble satt til ca. 2 m og djupet omkring 45 cm. De tidligere vanskeligheter med ujevn opptørking ble dermed eliminert.

Varigheten av disse "grøftene" er meget variabel, men som regel liten under våre forhold. Den vil i høy grad bero på jordarten og klimaet. Under engelske forhold mente en å kunne påvise at de var i god stand selv etter 12-15 år.

En myr på Gotland ble tubulert i 1938. Dette førte til hurtig bedring av myrjordens opptørking, og denne effekt har siden holdt seg selv om vasskanalene litt om senn er blitt defekte. Denne varige virkning mener en (Hallgren) kan skrive seg fra at tubuleringen har fremmet dannelsen av permanente sprekker. Undersøkelse i 1948 støtter denne antakelse.

Varigheten av vasskanalene i den stive leirjorda på Russelbacka er også undersøkt (Hallgren). Etter 2 år var de således som regel åpne, men etter 13-14 år kunne en ikke finne igjen noe av dem. Likevel har det

vist seg at tubuleringens gode effekt har holdt seg uten at en har behovd å fornye arbeidet. Dette mener en skyldes strukturendring, idet leirjorda, som før var kompakt, hadde fått en mengde små sprekker og rotkanaler.

Erfaringer og forsøksresultater om tubulering, brukbare for våre forhold, er ganske sparsomme ennå. Svenskene har satt nye forsøk igang.

I Danmark er tubulering prøvd noe i marsken. Dansken Warming konstruerte en annen torpedoplog som var slik innrettet, at hulrommet bak ploglegemet ble fylt med "ertesten" ettersom maskinen gikk fram. Metoden har ikke fått noen utbredelse der.

I Tyskland er metoden søkt videre utformet. Vormfelde laget en maskin som drar grøfterør inn i åpningen etter konusen. Til denne var festet en snor som rørene var tredd inn på. Metoden har ikke fått noen praktisk betydning.

Janert har arbeidd med en maskin som støper porøse betongrør i vasskanalene etter tubulering. Foruten som dren, skulle disse rørene også kunne brukes ved undervatning eller rotvatning. - Men porøse sement- eller betongrør er som regel meget lite holdbare i jord.

## 5. Rørgrøfter.

Med betegnelsen røgrøfter menes her grøfter hvor vassledningen lages av teglrør, sementrør (betongrør) eller trerør.

Teglrør er mest brukt på Østlandet, både fordi leirjorda dominerer i flere av disse fylkene og fordi det meste av vår teglverksindustri ligger i dette område med ca. 3/4 av totalproduksjonen. I Trøndelagsfylkene brukes også atskillig teglrør. Trøndelag regnes å ha ca. 1/5 av teglrørproduksjonen. Da teglrørene er tunge å frakte, blir de for dyre og derfor lite brukt i over halvparten av fylkene våre.

De norske teglrørene er ikke standardisert. Derfor er det stor variasjon, særlig i dimensjonen, men også i fasthet og form. Rørlengden og innvendig diameter oppgis i engelske tommer. Lengden skal vanlig være 12" eller 14" (300 eller 350 mm), men er ofte større og varierer meget fra det ene teglverk til det andre. I praksis er det likevel vanlig å rekne 3 stk. rør pr. løpende meter grøft. Innvendig diameter, godstykkelsen og dermed vekten varierer også.

De dimensjoner som lages i Norge, og deres gjennomsnittlige vekt, er følgende, (e. Grøftekomitéen):

Innv. diameter i eng. tommer:	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	3	4	5	6	7	8	9
Vekt, kg pr. rør, 12" (300-340 mm)	-	2,2	-	2,5	3,0	4,4	6,1	7,9	-	-	-
" " " " 14" (348-375 mm)	1,8	2,4	2,4	3,1	3,6	5,2	7,2	9,5	9,9	15,0	18,5

Hoveddimensjonene er 2" og 3". De utgjør henholdsvis ca. 60 og 20 % av produksjonen. De fleste teglverker lager bare 2", 2 1/2", 3", 4", 5" og 6". Et teglverk i Trøndelag lager 1 3/4", 2 1/4" og 7", men ikke 2", og bare ett i Vestfold lager 8" og 9".

Her kan nevnes at de svenske teglrør ble standardisert fra 1938 og er siden underkastet prøving ved Statens Provningsanstalt.

I Danmark er standardiseringsregler gjort gjeldende fra utgangen av 1948.

Gode teglrør må tilfredsstillende visse krav til fasthet, særlig trykkfasthet, holdbarhet og form. De må tåle en del jordtrykk, frost, påkjenning ved transport og påvirkning av syrer i jord og vatn.

I praksis trenger en ikke ta videre hensyn til jordtrykket. Dette blir ikke større ved alminnelige grøftedjup enn at de aktuelle rørdimensjoner (diameter < 20 cm) tåler det. I steinfull jord må dog regelen være at større stein ikke veltes ned i rørgroftene.

Frosten kan ødelegge porøse, vassmettede rør når de ligger oppå jorda. Ellers har en eksempel på at teglrør har frosset sund etter nedlegging når de rent foreløpig var dekket bare med et tynt jordlag. Dette kan være aktuelt ved grøfting sent på høsten. Som tidligere nevnt, rekner en ikke med at rørene i alminnelighet fryser sund i jorda. Men særlig utsatt er alle grøftemunninger. Her nytter det iallfall ikke å legge lett-brente, porøse rør. Det er regelen at grøftemunninger lages av trelur eller sementrør. Det røret som går inn i eller ut av slamkum, bør også være sementrør.

Etter de svenske forskrifter skal teglrør tåle 5 gangers frysing til + 15° C. De blir på forhånd vassmettet i løpet av 3 døgn, og mellom hver frysing, som tar 6-14 timer, blir de opptint i vatn av ca. + 20° C. Gode rør skal da ikke vise sprekker eller nevneverdig avskalling.

Det viktigste ved rørenes holdbarhet er likevel deres evne til å tåle aggressivt vatn. Erfaring og forsøk viser her at kalkfattige, hardt brente rør er de mest holdbare. Det dårligste er svakt brente rør med stort kalkinnhold. Selv om kalken er jevnt fordelt i leira, kan den bevirke at rørene får fine sprekker. Kalkkorn vil være særlig uheldig. Som kjent får en prosessene:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$ . Dannelsen av  $\text{Ca(OH)}_2$

medfører volumøkning og sprengvirkning. Det  $\text{CaCO}_3$  som dannes tilslutt, vil i jorda kunne løses opp av syrer og vaskes ut. Det betyr i alle tilfelle en svekkelse av rørene. Etter danske undersøkelser synes grensen for tillatelig kalkinnhold i rørene å ligge ved ca. 4 % syreopløselig CaO.

Rør med stort kalkinnhold kan bli sterke om de brennes tilstrekkelig slik at kalsium forbinder seg med aluminium og silisium. Men passende temperatur for dette ligger så høyt at en liten forøkelse fører til at leira smelter og rørene deformeres.

Stein i rørveggen er heller ikke heldig. Ulempen viser seg ved temperaturvariasjoner, idet steinen og brent leire ikke har samme utvidelseskoeffisient.

Uten særlige hjelpemidler kan en til en viss grad bedømme rørkvaliteten etter fargen og klangen (hårdheten). Videre bør en se på formen og rørenes bearbeiding.

Fargen er særlig bestemt av forholdet mellom jern og kalk. Undersøkelse har vist at mørke røde rør, helst med litt fiolett fargetone, er de beste, dvs. av jernholdig, kalkfattig leire og godt brent. Røde, harde rør som hadde ligget over 50 år i jorda var således omtrent som nye ved oppgraving, mens lyse rør var løse og mest opptøret. Lyse røde rør er derfor tvilsomme; lyse brune er som regel for svakt brent. Gule rør kommer av kalkholdig leire. De kan være gode når fargen er sterk, brungul eller grønn gul. Hvitaktige eller grålige rør er som regel for svakt brent.

Rørenes klang etter hammerslag er et kriterium på hardhet og tetthet. En klangen høy, skarp og klar, men kort, tyder det på harde rør. Løse rør gir låg, dump og forholdsvis langvarig klang. På klangen kan en for øvrig også høre om rørene er sprukne.

Tettheten kan en ellers få et inntrykk av ved å undersøke vektøkningen etterat rørene har ligget 24 timer i vatn. Den bør ikke overstige 12-15 %.

Særlig porøse rør vil en helst unngå. Porøsiteten er av liten betydning for vatnets strømning inn i rørlørdningen. Meget porøse rør vil suge opp mer vatn. De vil derfor ha lettere for å fryse sund og vil lettere angripes av aggressivt vatn.

Rørenes form og bearbeiding er av betydning for ledningens vassføringsevne. Tverrsnittet skal være sirkelrundt, først og fremst innvendig, men helst også utvendig. Størparten av grøfterrørene som lages i Østfold og Akershus er nemlig flate utvendig på en side, og dette skal være undersiden. Denne "fot" lages av hensyn til tørketeknikken, men er grøfteteknisk sett lite begrunnet. En behøver heller ikke ta så mye hensyn til den ved rørlørdninga.

Rørene skjæres av ved hjelp av tråd. Snittet skal være vinkelrett på rørets lengdeakse. Det vil lett bli en liten kant innvendig som bør være fjernet. Den innvendige flate skal ellers være så glatt som mulig. Ujevn flate gir større friksjon. Dette gjør seg for øvrig mest gjeldende ved større vasshastigheter. Ujevnt rørtverrsnitt vil medføre de samme ulemper som en dårlig lagt rørledning. Svenske undersøkelser har vist at ujevnheter som av forskjellige grunner kan oppstå ved rørfugene, har kraftig bremsende virkning på vatnet.

Videre skal rørene være så rette som mulig. Når de dertil er rett avskåret, vil de kunne slutte bedre sammen, er lettere å legge. En kan også ha bruk for krokete rør, som derfor bør sorteres fra og brukes på spesielle steder.

Resumè: Teglrør skal være av ensartet materiale uten stein og kalkkorn, tette, harde og godt brent. Videre mest mulig rette og avskåret vinkelrett på rørets lengdeakse. Tverrsnittet sirkelrundt. Innvendig flate skal være glatt uten større ujevnheter eller ru partier.

Sementrør. I årene omkring 1920 ble det brukt en del sementrør som drenerør. På grunn av de til dels dårlige erfaringene har en senere vært noe forsiktig med dette. Særlig i surt vatn, myrvatn, kunne disse rørene smuldre opp i løpet av 2-3-4 år. En av hovedårsakene til dette var sannsynligvis at disse rørene var for porøse i godset. Nyere forsøk og erfaring har vist at selve rørgodset må være så tett som mulig, når det gjelder sementrør.

I den senere tid (1951-52) har mangel på teglrør igjen gjort sementrør aktuelle i detaljgrøfting. Ved siden av nyere maskinelle framstillingsmåter har en brukt spesiell tilsetning (calsitt) for å få tett rørgods. Det svake ledd er imidlertid kontroll av kvaliteten, idet en fra de forskjellige sementvarefabrikker ikke kan stole på å få samme kvalitet.

Om disse nye sementrørene vil bli brukt i framtida, beror på prisen og holdbarheten av dem i jorda i forhold til teglrør.

#### Trerør.

Finérrør ble laget av en fabrikk på Buøy ved Stavanger, men fabrikkasjonen der er nå opphørt. Metoden er oppfunnet av tidligere forsøksleder Hønningstad på Forus. En rå finérplate (1,7 mm furufinér) bøyes omkring en sylinder til et rør. Både over og under skjøten legges oi list (11 x 15 mm). Disse listene og finérskjøten mellom dem holdes sammen med 9 bøyer av messingtråd. Dette røret lages 1 m langt, men det blir gjennom-saget på tvers helt inn til listene med 11 cm mellomrom. Listene er litt

lengre enn røret. I mellom disse listeendene stikkes så finérveggen i naborøret. Derved får en sammenhengende og jevn rørstreng, som ikke er utsatt for sideforskyvning.

Disse rørene ble framstilt bare med 3" innvendig diameter. Dimensjonen er rikelig for sideledninger, men kan bli for snau i nedre delen av lengre samlegrøfter. En kan da legge to rørstrenger ved siden av hverandre eller bruke mindre grøftesystemer.

Selv om rørveggen er bare 1,7 mm tykk, har det vist seg at de tåler det jordtrykk en vanlig får. Dette kan i mineraljord bli over 100 kg pr. m rør. Men som en forsiktighetsregel bør en likevel unngå hulrom ved siden av rørene og derfor pakke jorda godt imtil. I leirjord bør en antakelig bruke matjord til dette og ikke tett undergrunnsleire.

Som en ekstra forsterkning bør rørledningen i samlegrøfta legges i en firkantet bordlur på de steder hvor sideledninger koples til. I emballasjekassene er det bord til dette bruk. Ellers bør grøftemunningene også leges som bordlur.

Om varigheten har en ikke så mye erfaring ennå, men en har iallfall sett at de i myr virker bra etter 18 års forløp. Til bruk i mineraljord kan en få rør som er impregnert med kreosotolje.

Finérrør kan leveres til omtrent samme pris som teglrør, men transportkostnaden blir betydelig mindre. Rørene pakkes i kasser à 100 stk (= 100 m) og disse veier, når rørene er tørre, bare ca. 50 kg brutto.

Borede trerør lages med ei maskin konstruert av Harl Rønning i Botne, Vestfold. Boremaskina er kombinert med kapp- og kantsag. Den veier ca. 500 kg, men for transport kan den demonteres i fem deler. Forhandler er firmaet M/A Landbruk, Oslo.

Rørene lages av tynningsvirke eller topp som først kuttes opp i 60 cm lange stykker. Disse bores så med 2" eller 3" bor og kantes til 6-kantet utvendig flate. De legges som vanlige grøfterør og har vassinntak bare ved endene, skjøtene.

Når boring og kanting utføres samtidig, er kraftbehovet 10 HK; men bare 5 HK når en av delene gjøres om gangen. Den maksimale kapasitet er 100 stk 2" rør pr. time.

Også disse rørene er lettere å transportere enn teglrør. På et 1½ tonns lass går det ca. 750 l. m. 2" rør, mot bare ca. 200 l. m. 2" teglrør.

Sideledningene er lette å kople til i samlegrøftene. Det beste er om siderøret kan komme inn i samlegrøfta oppå røret her, om fallet tillater det.



Rønnings boremaskin har også bor for boring av vassledningsrør med lengde opptil 4 m og innvendig diameter  $1\frac{1}{2}$ " eller 2".

Lumberrør fabrikeres av Lumber Co., Kristiansand S. Rørene lages av kjerneveden i grovt furutømmer etterat finéren er skrelt av. Disse s.k. senterbuttene kløves og ei renne høvles langsetter midten. Rørene, som er 1,6 m lange, består av to slike skalker og to lister som sider. Dette spikres sammen i fabrikken.

Dimensjonene svarer til 2",  $2\frac{1}{2}$ " og 3" sylindrisk åpning. Skalkene er ca. 9,5 cm brede og 2 cm tykke. Listene er 1,7 cm tykke, og for dimensjonene 2" og 3" er de henholdsvis 4 og 6 cm brede (høye). I overkanten av listene er det utfreset vassinntak.

Disse rørene har for øvrig mest lokal interesse.

Småindustrientralen i Oslo leverer borede trerør av liknende type som Rønnings rør.

Av utenlandske trerør kan nevnes en svensk type som også lages av tynningsvirke, men i større lengder. Hertil kreves rette trestammer. Metoden er oppfunnet av Gustaf Ericsson.

Stokkene kløves, og etter midten på hver halvdel lages ei halv-sirkelformet renne. Kantene på begge sider forsynes med grunne hakk som vassinntak. Deretter spikres delene sammen igjen. Til 2" rør kreves trevirke med 4" topp. De skjøtes lettest ved at den granneste enden spisses noe, og den grove stokkenden utbores tilsvarende med konisk bor. Ved legginga stikkes rørene sammen samtidig som en passer på at sagskåret blir liggende horisontalt.

Det anbefales her at rørlengden som danner grøftemunningen, ikke tas så lang. Treverket i grøftemunningen råtner nemlig forttest, og mindre lengder er lettere å skifte ut.

## 6. Vatnets innstrømning i rørledninger.

Det tør være mange som har gjort den erfaring at grøftene virker sent i leirjord. Noen år etter grøftinga er ikke effekten så god som en kunne vente. Dette har en lagt merke til flere steder f. eks. i Sverige. Vanlig vil en sette dette i forbindelse med leirjordas dårlige permeabilitet, idet en har tenkt mindre på hvordan vatnet kommer inn i rørene. Eller også har en uten videre reknet med at det meste vatnet trekkes inn gjennom rørvæggen i teglrørene. Laboratorieundersøkelser har vist at litt vatn kan gå gjennom veggen i nye teglrør, men det er forsvinnende lite. Dessuten er det sannsynlig at porene hurtig vil slammes til i jorda.

Undersøkelser i marken over dette spørsmålet er utført i Sverige (Flodkvist og Gustafsson, 1938). Det gjaldt her ei leirjord med 30-40 % leirbestanddeler ( $< 0,002$  mm), 35-45 % s.k. mjele ( $0,02-0,002$  mm) og ca. 20 % mo ( $0,2-0,02$  mm). Feltet var grøftet i 1919, men etter snøsmelting og regnperioder var jorda lenge vassmettet. Det stod også dammer på overflaten. Måling av grunnvasstanden (i 1936) viste at den var likeså høy i grøftet som i ugrøftet jord like ved. På forskjellig vis fikk en konstatert at rørledningene var funksjonsdyktige. Nevneverdig slam var det ikke i dem; heller ikke jernutfelling eller planterøtter.

Rørfugenes tetthet ble så prøvd ved å undersøke hvor lang tid det tok for 1 liter vatn å strømme inn gjennom en fuge. 160 rørfuger ble prøvd, og 103 stk. eller 64 % av dem var praktisk talt helt tette. Disse rørene hadde ligget 17 år i jorda. Samme prøve ble gjentatt med rør som hadde ligget bare ett år i jorda. Her tok det høyst 1 min. og 40 sek. for 1 liter vatn å strømme inn gjennom fugen.

Etter kjemisk og mekanisk analyse av materiale fra rørfugene drog en den slutning at tetningen måtte skyldes opphopning av jern og mjelebestanddeler ( $0,02-0,002$  mm) i fugene.

En del av arealet ble litt senere nygrøftet, og omkring rørene la en grov sand som filter. Resultatet ble så bra at en året etter kunne så høstkorn på stykket.

Disse undersøkelser viser at rørfugenes funksjon betyr mye for grøftenes effektivitet. I jern- og mjeleholdige jordarter vil fugene være utsatt for å bli tette.

I praksis blir teglrør lagt butt i butt så tett som mulig. Det kan da bli spørsmål om en virkelig får åpninger nok slik at ledningen kan fylles med vatn på en rimelig strekning. Som regel blir rørstrøngen så uregelmessig at en i gjennomsnitt kan rekne fugens bredde til 0,5 mm. Dens gjennomstrømsareal blir  $= 2\pi r \cdot 0,5$ , og rørets lysåpning  $= \pi r^2$ . Forholdet  $\pi r^2 / \pi r = r$ . Dersom en regner med 50 mm (2") rør,  $r = 25$  mm, vil 25 rørfuger gi samme gjennomstrømsareal som rørets lysåpning. Med 3 stk. rør pr. m skulle ledningen kunne fylles på en strekning av 8-9 m. Selv om strømningsmotstanden i fugene er større enn i røret ellers, skulle det rent teoretisk være innløpsåpninger nok, forutsatt at en vesentlig del av dem ikke er tettet til.

Trerør boret med Rønnings maskin er 60 cm lange og har vassinntak bare gjennom skjøtene. Av disse blir det her bare halvparten så mange som for teglrør på samme strekning. Dessuten kan disse tre-skjøtene være enda mer utsatt for å bli tette ved at treet sveller ut i fuktig tilstand.

Grøftekomitéen av 1941 har derfor foreslått at der lages ekstra inntak for vatnet i disse rørene.

Finérrørene skulle være bedre forsynt med innløpsåpninger enn teglrør, idet rørene er gjennomsaget på tvers med 11 cm avstand.

Det er alminnelig praksis å dekke rørfugene med et eller annet materiale, før grøfta fylles igjen. Er det lett å finne kvitmose eller skogsmose, bruker en gjerne dette. Ellers kan grov sand eller grus være bedre, men dette faller ofte for dyrt. I mangel av noe særskilt dekkmateriale bruker en også matjord over skjøtene. Ved dekkinga tenker en særlig på å hindre slam i å trekkes inn i ledningene, men en vesentlig funksjon av materialet blir også å hindre at slam avleires i eller like utenfor rørfugene. En mindre heldig virkning av dekkmaterialet er at det vil bremse noe på vatnets strømning inn i rørene.

Laboratorieforsøk i Tyskland (Oehler, 1931-32) har bl.a. behandlet dette problem. To rør med 40 mm diameter ble stilt loddrett, det ene oppå det andre. Dekkmaterialet ble holdt på plass omkring rørene ved hjelp av en trådkurv. Tykkelsen på laget var 11 cm. Rørfugen ble altså horisontal, og vatnet ble innstilt noe høyere. Resultatet var følgende:

	Vassinnstrømning gj. fugen, l/min.
Uten dekkmateriale .....	0,24
Rør dekket med mosetorv .....	0,027
" " " grasmyrtorv .....	0,027
" " " tett slamjord .....	0,0004

Av dette ser en at tett slamjord er ubrukbar som dekkmateriale. Selv om fugeåpningen ble gjort bredere, inntil 1 cm, fikk en ikke økt innstrømning i slamjord. Større fugeåpning i tett jord skulle således hjelpe lite for vatnets strømning inn i rørene. I torvjord fikk en ubetydelig økt innstrømning ved større fuger. Etter dette skulle dekkmaterialets gjennomtrængelighet bety mer for vatnets innstrømning enn bredden av rørfugene. Grov sand eller grus ble ikke prøvd her, men en må kunne anta at det vil stille seg atskillig bedre enn mosetorv.

Ved dimensjonering av rør er det vanlig å rekne med at en viss vassmengde skal fjernes pr. arealenhet. En rekner alminnelig med liter pr. sekund pr. hektar (sl/ha.). Ved dimensjonering av rør i samlegrøfter (rør som bare tar imot vatn fra sidegrøftene, og ikke overflatevatn) vil avløpstallet her i landet variere fra 0,6 til 1,0 sl./hektar.

For å få en antydning om muligheten for disse vassmengder til å komme inn i rørene, regner vi om tallene i det tyske forsøket til å gjelde

innstrømning i liter pr. sek. pr. hektar, når grøfteavstanden, dvs. antall rørskjøter pr. hektar er forskjellig. Her er regnet med teglrør og 3 stk. rør pr. meter.

Grøfteavstand	<u>Vassinnstrømning sl/hektar</u>		
	<u>5 m</u>	<u>10 m</u>	<u>20 m</u>
Rør uten dekkmateriale	24,0	12,0	6,0
" dekket med mose- ell. grasmyrtorv	2,7	1,35	0,68
" " " tett slamjord	0,004	0,002	0,001

Disse tallene gjelder for 40 mm rør. Om de gjelder under naturlige forhold, vil de best kunne sammenliknes med den minste rørdimensjon som framstilles i Trøndelag (1 3/4"). Ellers har den vanlige minste dimensjon hos oss, 2", ca. 25 % større omkrets og følgelig tilsvarende større gjennomstrømningsareal.

Som en ser, skulle vassinnstrømningen bli stor nok over alt i vårt land når grøfteavstanden er 5 eller 10 m, og rørskjøtene dekkes med mosetorv. Med 20 m avstand og samme dekkmateriale vil kapasiteten rekke til på steder med under eller omkring 1000 mm årsnedbør.

Grøfteavstanden i våre nedbørrikeste strøk, Vestlandet, kan være ned til 5 m i leirjord og tett myr; i leirjord på Østlandet og i Trøndelag 10-12, opptil 15 m. Den praktiske konsekvens av dette blir da at med vanlig grøfteavstand vil mosetorv som dekkmateriale mest overalt i Norge gi tilstrekkelig vassinnstrømning i rørgrefter med teglrør.

Finnen Heso har utført liknende forsøk med teglrør lagt i ei leirrenne på botnen av ei "kunstig" grøft. Rørskjøtene var dels udokket, dels dekket med grus, torvstrøy (moldingsgrad = H 3) eller matjord (glødetap ca. 11 %) i et 4-5 cm tykt lag på siden av og over rørene. Over dekkmaterialet var "grøfta" fylt med grus. Rørene hadde ekstra jevne ender, og fugene ble gjort så trange som mulig ved å sette rørene i spenn. Innstrømmende vassmengde gjennom fugene ble målt i de forskjellige tilfelle, når vatnet stod 10 cm over rørryggen. Omregnes tallene til å gjelde liter pr. sek. pr. hektar, var resultatet følgende for 2" rør:

Grøfteavstand	<u>Vassinnstrømning, sl./hektar</u>		
	<u>5 m</u>	<u>10 m</u>	<u>20 m</u>
Rør uten dekkmateriale	280	140	70
" dekket med grus	80	40	20
" " " torvstrøy	28	14	7
" " " matjord	6	3	1,5

Som en ser, er disse tallene omkring 10 ganger større enn tilsvarende i det tyske forsøket. Dette må skyldes større rør, men særlig større hydrostatisk trykk i det finske forsøket. En fant at tallene ble omkring 50 % lågere når trykkehøyden var bare 1 cm.

Videre fant Keso at grumset, leirblandet vatn hadde vanskeligere for å komme inn i rørene, idet slammet tettet igjen fugene.

Av interesse er relasjonen mellom grus og torvstrøy. Grus slipper igjennom 3 ganger så stor vassmengde som torvstrøy. Matjord rekkes også til i mange tilfelle og er brukbar, når en ikke har noe bedre. Med de alminnelige grøfteavstander blir innstrømningen her atskillig større enn de gjennomsnittlige avløpstall.

Under naturlige forhold vil vasstrykket variere noe. Størst blir det når jorda er helt vassmettet, men det avtar suksessivt ettersom grunnvatnet synker. Under overtrykk ved høytstående og oppdemmet grunnvatn er det rimelig at innstrømningen i rørene blir større enn svarende til det gjennomsnittlige avløpstall. I vassrike perioder, etter snøsmelting og sterkt regnvær, kan nemlig avløpet fra grøftene være større enn hva de er dimensjonert etter. Dette kommer av overtrykket i disse tilfelle.

Etter disse forsøksresultater er altså grus det beste dekkmateriale og bør brukes når transporthensyn gjør det mulig. Forskjellig mose eller mosetorv er også bra. Matjord er brukbar, når en ellers ikke har annet enn undergrunnsjord. Halm, agner, høvelflis, kutterflis, treull, lyng m.v. blir også brukt og må vel antas å ha en viss effekt, iallfall ei tid. Det er heldig at kontaktflaten mellom dekkmateriale og tett jord blir så stor som mulig.

Ellers er det en selvfølge at rørender og rør er helt rene for jord og slam når de legges ned. Er det samtidig en del grumset vatn i grøfta, bør en ta visse forsiktighetsregler ved rørlegginga.

#### 7. Materialtransport i rørledninger.

Gjenslamming av grøfter er ikke noen sjelden foreteelse her i landet. Vi har atskillige finkornete jordarter med tendens til å renne inn i ledningene (kvikksand, kvabb, mojord, mjele). Foruten direkte å beskytte ledningene mot slam i slik jord, er det viktig at grøftene har godt fall. Dette for at vasstrømmen i rørene skal ha en viss transporterende og eroderende evne.

Materialtransporten vil bero på egenskaper dels ved selve materialet, kornstørrelse, kornform og spesifikk vekt, dels på vasstrømmen.

I stillestående vatn er sedimentasjonshastigheten iflg. Stokes lov direkte proporsjonal med kvadratet på partiklens radius. Er vatnet i bevegelse vil sedimentasjon bare kunne unngås, om den **oppoverrettede** hastighetskomponent er større enn sedimentasjonshastigheten. Om vatnets hastighet er så liten at vassbevegelsen blir laminær, vil en ikke få noen hastighetskomponent rettet oppover. Materiale i suspensjon vil derfor ikke kunne transporteres ut av en lang ledning, men vil før eller senere, alt etter kornstørrelsen, bli liggende igjen på rørbotten. Noen senere erosjon kan en heller ikke vente, dels på grunn av vassbevegelsens art, dels fordi vasshastigheten ved rørets vegger er 0.

Om vasshastigheten kan økes litt etter litt, vil en kunne nå en grensehastighet, hvor bevegelsen i vatnet ikke lenger foregår bare i dets hovedstrømsretning; men også bl.a. oppover. Dette er turbulent eller hvirvlende vassbevegelse. Denne grensehastigheten kalles også for den kritiske hastighet.

På grunn av turbulensen fins det **oppoverrettede** vasstrømmer, og dette er hovedårsaken til at faste partikler kan holdes svevende i vatnet og i den tilstand transporteres med vasstrømmen. Erosjon av tidligere sedimentert materiale vil også forekomme ved stor nok hastighet.

Når turbulensen begynner, beror på rørveggenes beskaffenhet, rørdiameteren og viskositeten. I et svensk forsøk (Gustafsson, 1938) kom overgangen fra laminær til turbulent bevegelse plutselig og tydelig ved fallet 0,1 o/oo. Dette svarer til en grensehastighet, en middelhastighet av 4,2 cm/sek. I forsøket brukte en 33 cm lange glassrør med diameter 45,6 mm, og disse rørene var lagt som en teglrørsledning.

I alminnelighet er minstefallet i rørgrefter ikke under 1 o/oo, og vasshastigheten skulle da også være så stor at en kan regne med å ha turbulent bevegelse.

I det svenske forsøket ble også transportevnen undersøkt. Således kunne en iaktta at selv ved større vasshastigheter sank partiklene mot ledningens botten og rullet langs den. Om hastigheten avtok litt etter litt, ble rullinga svakere og svakere. Til slutt ble partiklene liggende. Bare partikler av størrelsesordenen 0,2-0,02 mm holdt seg ved større vasshastigheter oppe og ble transportert i suspendert tilstand. Rulling spiller således en stor rolle når det gjelder transport av grøvre materiale.

I forsøket fant en følgende relasjoner:

Tabell 27.

Partikkeldiameter i mm	Materialet avsettes ved		Materialet eroderte ved	
	Fall i o/oo	V i m/sek.	Fall i o/oo	V i m/sek.
0,02-0,2	-	-	7,5	0,46
0,2 -0,6	1,5	0,18	6,3	0,42
0,6 -2,0	3,8	0,31	6,1	0,41
2,0 -4,0	5,4	0,38	8,0	0,48
4,0 -6,0	6,0	0,41	10,2	0,55

Som en ser, trengs det større vasshastighet for å sette sedimentert materiale i bevegelse, enn for å hindre at suspendert materiale skal avsette seg. Ved partikkelstørrelse omkring 0,7 mm diameter viste det seg at materialet var mest ustabil mot erosjon. For mindre kornstørrelser begynner adhesjonskreftene mellom partiklene innbyrdes og mellom partiklene og rørbotnen å gjøre seg gjeldende på grunn av større spesifikk overflate. Det skulle derfor være heldig å ha så stor vasshastighet i ledningen at partikler med mindre diameter enn 0,7 mm hindres i å avsette seg. Om dette finere materiale blir liggende i ledningen, trengs desto større vasshastighet for å erodere ledningen ren igjen på grunn av adhesjonskreftene. Dette gjelder fl. eks. mjele- og leirbestanddeler.

Etter forsøksresultatene bør minste, midlere vasshastighet i ledningen være 0,25 m/sek. Dette gjelder strengt tatt bare for forsøksledningens materiale og dimensjon og dessuten bare for fulle ledninger. Men det er lite sannsynlig at minste hastigheten bør ligge lågere i de vanlige dimensjoner av grøfteledninger hos oss. Derimot bør en helst søke å holde vasshastigheten litt over den nevnte minsteverdi, 0,25 m/sek. Ved forsøk har en funnet at strømningsmotstanden er betydelig mindre i ledning av glassrør enn i ledning av teglrør.

#### 8. Dimensjoneringsgrunnlaget for rørgrefter.

Når en rørledning skal dimensjoneres, er det særlig to hovedfaktorer en må gå ut fra. For det første må en ha greie på hvor mye vatn en viss rørdimensjon kan føre ved forskjellig fall  $\rho$ : rørdledningens kapasitet. For det andre må en beregne den vassmengde som ledningen sannsynligvis må føre vekk. Dette gjør en indirekte, idet en går ut fra arealet som ledningen vil ta vatn fra og avrenning pr. areal- og tidsenhet.

Denne siste størrelsen kalles vanlig avløpstallet.

a. Rørledningers kapasitet.

Den vassmengde,  $Q$ , en ledning kan føre pr. tidsenhet, beror dels på strømningshastigheten, dels på ledningens tverrsnittsareal,  $F$ . Når  $v$  betegner middelhastigheten i tverrsnittet, gjelder følgende likning:

$$Q = F \cdot v \quad (1)$$

Når det gjelder runde rør, kan en rent matematisk vise av vassføringa,  $Q$ , er størst ved ca. 95 % fylling av ledningen. Ved dimensjonsberegning tar en imidlertid ikke hensyn til dette, men regner med fulle rør. På samme måte kunne en finne at vasshastigheten blir størst ved omkring 80 % fylling av rørene.

I formel (1) er  $F$  gitt; men vanskeligere er det å bestemme  $v$  under forskjellige forhold. Hastigheten beror på rørveggenes beskaffenhet, rørets størrelse (hydrauliske radius) og, spesielt for grøfterør, på ledningens fall. En forutsetter nemlig ved dimensjonering av grøfterør at det ikke eksisterer noe overtrykk i ledningen; men bare et trykk som svarer til ledningens fall.

Tidligere mente en at overtrykk ikke vil forekomme i grøfteledninger som tar bare grunnvatn. Etter senere målinger av vassmengden fra grøftesystemer, ser det ut til at en kan ha betydelig overtrykk. Flodkvist målte vassmengder på opptil 6 sl./ha. i kortere tid fra 3" ledning som lå med 2,3 o/oo fall og dimensjonert etter ca.  $\frac{1}{4}$  av den målte vassføring. Den store vasshastighet i dette og liknende tilfelle får en ikke uten overtrykk. Selv om dette overtrykk skriver seg fra en viss oppdemming av vatn i jorda, vil den sannsynligvis være gunstig for grøftesystemets varighet. De store vasshastigheter bidrar til at innslemmet materiale lettere spyles ut.

Slike trykkforhold gjelder særlig samleledninger; men det tør være en alminnelig oppfatning at også sideledninger virker som trykkledninger i en vesentlig del av funksjonstida. Dette bidrar til at en, iallfall i de nordiske land, søker å komme bort fra den gamle, men feilaktige betegnelse: sugegrøfter.

På grunnlag av forsøk er det til forskjellige formål oppstilt et meget stort antall hastighetsformler. De fleste, og også de som er blitt mest anvendt, er av grunntypen:

$$v = c \cdot R^a \cdot I^b \quad (2)$$

$v$  er vatnets middelhastighet,  $a$ ,  $b$  og  $c$  er konstanter,  $I$  er ledningens relative fall (o/oo) og  $R$  er den s.k. hydrauliske radius. Dette er forholdet



mellom arealet av vasstverrprofilet,  $F$ , og ledningens våte omkrets,  $p$  (av perimeter):  $F/p$ .

Mange forskere har i denne formel gitt konstantene  $a$  og  $b$  verdien  $\frac{1}{2}$ . Derved får en uttrykket:

$$v = c\sqrt{R \cdot I} \quad (3)$$

og konstanten  $c$  er siden valgt etter ledningens beskaffenhet. I formel (3) har en også istedenfor  $R$  satt inn rørdiameteren  $d$ , idet en regner med fulltløpende rør:

$$v = k\sqrt{d \cdot I} \quad (4)$$

$R = \frac{F}{p} = \frac{\pi d^2}{4 \cdot \pi \cdot d} = \frac{d}{4}$ . Konstanten  $k$  har fått meget varierende verdier av de forskjellige forskere. I praksis får en ikke så mye direkte bruk for verdiene av  $k$ , idet en sjelden bruker formlene direkte; men heller tabeller og diagrammer (nomogrammer) utarbeidd etter en eller annen hastighetsformel.

Et annet uttrykk er av amerikanerne Yarnell og Woodward oppstilt på grunnlag av et stort antall forsøk med tegl- og sementrør av dimensjoner fra 4" til 12":

$$v = 92,87 R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (5)$$

I det følgende skal nevnes noen formler som er lagt til grunn for de vanligste tabellverker og diagrammer.

Schewiors tabeller er utregnet ved bruk av Kutters formel som for grøfteledninger er:

$$v = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{0,30 + \sqrt{R}} \sqrt{R \cdot I} \quad (6)$$

Disse tabeller er imidlertid mindre brukt for dimensjonering av grøfterør i de nordiske land.

Feilbergs diagrammer (tavler) brukes atskillig i Danmark, og også her i landet. De er utarbeidd etter Stricklers formel:

$$I = 296 \frac{v^2}{d^{1,33}} + 135 \frac{v}{d^2} \quad (7)$$

hvor  $I$ ,  $d$  og  $v$  settes inn som henholdsvis o/oo, cm og m/sek.

Danskene Aage Feilberg og C.L. Feilberg har utført forsøk med ledninger av teglrør i 32 m lange trekasser, hvor fallet kunne reguleres. Rørdimensjonene var fra 5 til 10 cm diameter, og rørene ble lagt på vanlig måte, altså ikke særlig nøyaktig. Resultatet stemte best med Stricklers formel.

I Sverige bruker en dels tabeller utregnet etter Ullbergs formel, dels Hallins linealdiagram.

Ullbergs formel er følgende:

$$v = k \sqrt{d \cdot \frac{h - 0,5}{1000}} \quad (8)$$

hvor  $d$  er rørdiameteren,  $h$  er fallet i o/oo, og  $k$  er en konstant som varierer med rørdimensjonen.

Hallins linealdiagram er konstruert på grunnlag av Hessles formel:

$$v = k \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{\sqrt{R} + \log R}{2} \right) \sqrt{R \cdot I} \quad (9)$$

I denne formel var  $k$  vanlig antatt til 48 à 50, men etter korrigering av Hallin er den satt til 60. Diagrammet gjelder for ledninger som er omsorgsfullt lagt. Dårlig legging av rørene nedsetter ledningens kapasitet, mer jo mindre rørdiameteren er. I tilfelle hvor en kan risikere ujevn ledning, anbefales det ved dimensjoneringa å øke den beregnede vassmengde med ca. 20 % for dimensjonene  $1\frac{1}{2}$ " - 3", og med ca. 10 % for 4" - 8" rør.

Ullbergs tabeller og Hallins linealdiagram gir ikke samme resultat. Avvikelsene er særskilt store for de mindre rørdimensjoner. Ifølge Hallins diagram vil en rørledning ha større kapasitet enn beregnet etter Ullbergs formel.

Det er for øvrig en ulempe ved formlene i alminnelighet at de ikke gir samme resultater. Dette har ført til diskusjon om hvilken formel som skulle være riktigst. Formlene er jo grunnet på forsøk. For mange av de beste forklares grunnen til avvikelsene ved at forsøkene ikke har vært omfattende nok. Derfor skulle formlene ikke uttrykke generelle hydrodynamiske relasjoner, men ha gyldighet bare innenfor eller like ved de områder som forsøkene dekker.

På grunnlag av senere utførte teoretiske arbeider har en kunnet stille opp mer generelle lover for vatnets bevegelse bl.a. i rørledninger; men resultatene er hittil ikke mye brukt i den praktisk-tekniske hydrodynamikk.

Dansken A. E. Bretting har bearbeidd disse lover i et rasjonelt system av hastighetsformler. For dimensjonering av grøfteledninger (teglrør) er det utarbeidd et diagram, s.k. hydraulisk nomogram, på grunnlag av følgende formler:

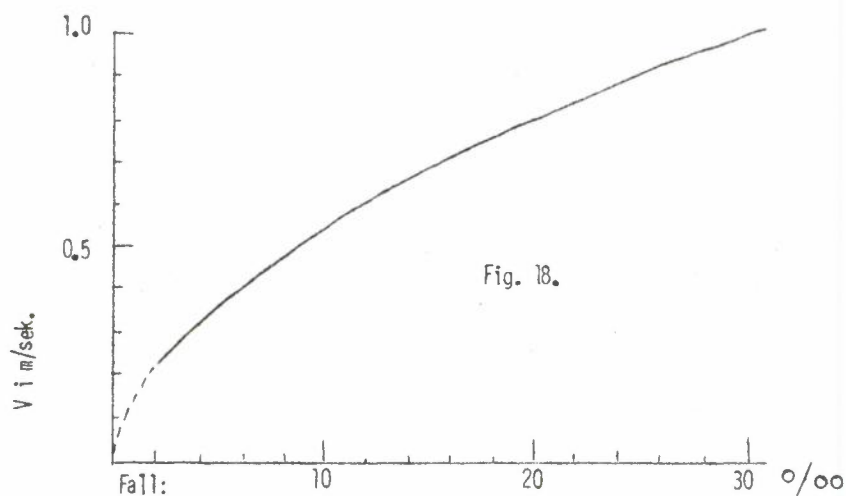
Blasius-formelen:  $v = \frac{197,9}{\omega^{1/7}} \cdot R^{5/7} \cdot I^{4/7}$  (10)

Mannings formel:  $v = \frac{25,84}{k^{1/6}} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$  (11)

k er en konstant som gir uttrykk for rørveggenes ruhet, og  $\omega$  er en konstant for s.k. bølgethet. Med ruhet mener en da ujevnheter som er høye i forhold til utstrekningen. Bølgethet betegner ujevnheter som har stor utstrekning i forhold til høyden.

Nomogrammet (e. I. Nørgaard Pedersen) gir ikke større avvikelser fra Feilbergs diagram innenfor det område som dekkes av Feilbergs forsøk; men utenfor dette område anses nomogrammet etter Bretttings system som mer pålitelig.

Som bilde av relasjonen mellom vasshastighet og fall gjengis resultatet i grafisk form fra det tidligere nevnte svenske forsøk med 45,6 mm ledning lagt av glassrør, (Gustafsson, 1938), fig. 18.



Om vassføringsevnen i trerør har finnen Keso utført sammenliknende forsøk. Han fant ca. 16 % mindre v og Q i trerør enn i teglrør. Dette til tross for at trerørene hadde bare én skjøt pr. m og dessuten var falset sammen for å sikre god skjøt.

b. Avløpstallet i detaljgrøfting.

Avløpstallet eller avrenningskoeffisienten i denne forbindelse angir den mengde grunnvatn som grøftesystemet skal lede bort pr. tids- og arealenhet. Den stipuleres, som nevnt, vanlig i liter pr. sek. pr. hektar og skrives gjerne sl/ha. Dersom overflatevatn også skal tas inn i systemet, må vedkommende rørledning dimensjoneres etter det. En regner da med avløpstall som for lukte, større avløpsgrøfter (om dette senere).

Det riktige avløpstall for bare grunnvatn er ikke lett å bestemme under våre sterkt vekslende klima-, jordarts- og topografiske forhold. Om en derfor kommer til å regne med noe uriktig tall, så vil nok dette i enkelte tilfelle kunne ha uheldige konsekvenser. Store avvik fra det riktige bør derfor unngås. På den ene side kan en få overdimensjonerte ledninger og dermed for stor rørkostnad. På den annen side, med for små avløpstall, kan det bli underdimensjonering, og etter graden av denne vil en få større eller mindre oppdemning av grunnvatnet. Særlig uheldig kan dette være når det sinker vårarbeidet, men en kortvarig oppdemning i veksttida syns ikke å bety så mye, iallfall for havre, kløver og timotei iflg. de finske forsøk (M. Wäre, 1947).

Slik som avløpstallet her er definert, må sigevassmengden bli en viktig faktor, og den bestemmes mest nøyaktig i lysimeterforsøk. Ved Landbrukshøgskolens Jordkulturforsøk er sigevassmengden for en 11 års periode f.eks. omkring 50 % av nedbøren. Men den varierer fra år til år og ganske sterkt fra måned til måned innen det enkelte år.

Av flere grunner er det sannsynlig at sigevassmengden i lysimeterforsøk blir noe større enn den en ville få under naturlige forhold i marka på samme sted med ens jordart og flatt terreng. Om avløpstallet baseres på den gjennomsnittlige sigevassmengde og grøfteledningene dimensjoneres etter det, har en likevel liten garanti for at jorda blir kvitt overflødig vatn f.eks. om våren. Derfor er det nødvendig å betrakte kortere perioder og sigevassmengden i dem.

I strøk hvor vinterne nedbøren faller og blir liggende som snø, får en de største sigevassmengder om våren. Men foruten snømengden, nedbøren, vil smelteperiodens lengde bety mye for størrelsen av den vassmengde som må ledes bort pr. areal- og tidsenhet da. Det vil mer sjelden være nødvendig å lede bort smeltevatnet så å si momentant, iallfall tidlig i perioden. Spørsmålet blir da å bestemme den tida som ledningene skal ha til dette. Noe annet enn skjønn og erfaring har en ikke å holde seg til her. Men det er klart at jo lengre perioden velges, jo høyere vil grunnvatnet stå lenge utover våren.

Når det gjelder sigevatn som kommer etter regn, er det framfor alt avrenning under og etter langvarige regnvørsperioder vår og høst som blir bestemmende. Sigevassmengder fra kortvarig, men intenst regn er det sjelden nødvendig å kunne lede bort i samme tidsrom, som regnet faller. En kortvarig oppdemning må eventuelt tåles her.

Imidlertid er det relativt sjelden en har noen slags vassmåling å støtte seg til i praksis. Mange tidligere brukte avløpstall er gjerne framkommet på den måten at en har gått ut fra en observert eller skjønnsmessig antatt maksimal nedbør i et kortere, vilkårlig valgt tidsrom. Av denne nedbøren skulle videre en viss prosentdel synke ned i jorda. Endelig antok en at på så og så lang tid skulle dette sigevatn ledes bort av grøftene.

Som eksempel skal nevnes beregningsmåten for et par avløpstall som for øvrig har vært brukt også her i landet og ellers i Nord-Europa.

Vincents gikk ut fra en maksimal nedbør av 100 mm i måneden. Denne nedbøren regnet han falt i den ene månedshalvpart, og alt skulle ledes bort i samme tidsrom:

$$\frac{1 \cdot 10^6}{15,5 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 0,756 \text{ sl/hektar.}$$

Vincents avløpstall var utregnet for distrikter med årsnedbør ca. 600 mm; men det har vist seg i praksis at tallet er unødig høyt for denne nedbør. Bl.a. har han ikke regnet med at noe av nedbøren renner bort som overflatevatn eller tapes ved fordunstning.

Den schlesiske norm, 0,65 sl/ha. er bedre og har vært mye brukt. Dette avløpstallet grunner seg på observasjoner ved 3 stasjoner i Schlesien og skulle således være bedre underbygd. De regnet der med den regnrrikeste måned i året og at 50 % av denne nedbøren skulle ledes bort gjennom grøftene i løpet av månedens regndager. Videre regnet de med at halvparten av snøen i tida desember-mars forsvant som overflatevatn eller ved fordunstning. Den andre halvparten ble til sigevatn som skulle ledes bort gjennom grøftene i løpet av 14 dager.

For hver enkelt stasjon regnet en deretter ut det aritmetiske middel for regnvassmengde og smeltevassmengde, og til slutt det aritmetiske middel for de 3 stasjoner. Derved fikk en tallet 0,65 sl/ha.

I den senere tid har en foretrukket å bruke grøftevassmålinger som orientering om grøftesystemers funksjon og ledningers dimensjonering. Men også her blir det god bruk for det praktiske skjønn.

Mest direkte på problemet vil en komme når vedkommende observasjonssystem er utført og dimensjonert på vanlig måte, f.eks. etter avløpstallet 0,65 sl/ha. Avløpsmengden bør helst kunne registreres kontinuerlig. Derved får en også automatisk beskjed om avrenningens varighet og forskyvning i forhold til nedbøren. Målinga kan ellers utføres med visse tidsintervaller, men slik avpasset at en får greie på avrenningens varighet og

forskyvning. Arbeidet kan da utføres med relativt enkle midler. I alle tilfelle må en forutsette at nedbøren måles regelmessig. Dessuten må en også bedømme jordas tilstand for arbeidning vår og høst, samt eventuelle unormale forhold i veksttida. Men en må være merksam på at dårlig og sen opptørking kan skyldes andre faktorer enn bare ledningens dimensjon. En skulle da relativt lett kunne se om det brukte avløpstall er for lite. For øvrig vil resultatet bero mye på om en har velskikket forsøksareal uten tilsig av vatn utenfra, på overflaten eller i undergrunnen. Heller ikke bør noe vatn kunne sige vekk utenom kontrollen.

Grøftesystemer som planlegges med det formål å kunne tjene vassmålinger, kan også utformes mer spesielt. Foruten selvregistrerende vassmåler, blir det særlig tale om å dimensjonere samleledningene så rikelig at en er sikker på å få med de største avløpsmengder uten at rørene er mer enn såvidt fulle, dvs. avløp tilsynelatende uten overtrykk (uten oppdemming, bremsing av vatnet). Svakheten er bare at en ikke vet på forhånd hvilke største avløpsmengder en kan regne med å få. Som tidligere nevnt målte Flodkvist opptil 6 sl/ha. fra 3" ledning med 2,3 o/oo fall. Om denne ledningen dimensjoneres på vanlig måte for 6 sl/ha., måtte det ha vært minst 5". Et overdimensjonert system vil altså kunne vise de største avløpstopper, kortere avrenningstid og følgelig mindre forskyvning. Men når resultatet skal tillempes for praksis, blir det også her å bruke mye skjønn.

Her i landet har vi for tida ikke så sikre resultater fra grøftvassmåling at de kan være grunnlag for generelle avløpstall (se tabell 8).

Avløpsmengdene i lysimeterforsøk kan omregnes til sekundliter pr. hektar. Dette er gjort i melding fra Norges Landbrukshøgskoles Jordkultur-forsøk: Lysimeterforsøk på Ås. (Ødeien og Uhlen, 1952).

Etter de nevnte forfattere gjengis tabellene 28 og 29.

Tabell 26. Maksimale avløpstall for de enkelte måneder.

År	Hele året		Mai - oktober	
	Måneder med maks.	sl/hektar	Måneder med maks.	sl/hektar
1938 - 39	februar	0,79	oktober	0,31
1939 - 40	november	0,30	juli	0,21
1940 - 41	november	0,29	mai	0,24
1941 - 42	august	0,19	august	0,19
1942 - 43	november	0,43	mai	0,34
1943 - 44	november	0,28	mai	0,10
1944 - 45	oktober	0,36	oktober	0,36
1945 - 46	april	0,33	mai	0,21
1946 - 47	november	0,44	september	0,25
1947 - 48	april	0,72	mai	0,09
1948 - 49	april	0,38	september	0,28

Tabell 29. Maksimale avløpstall i 7-dagers perioder.

År	1/5 - 30/4		1/5 - 31/10	
	Tidspkt. for maks.	Sl/hektar	Tidspkt. for maks.	Sl/hektar
1938 - 39	desember	1,44	mai	0,55
1939 - 40	desember	0,57	juli	0,39
1940 - 41	november	0,95	september	0,60
1941 - 42	mai	0,37	mai	0,37
1942 - 43	februar	1,16	oktober	0,88
1943 - 44	desember	0,78	mai	0,28
1944 - 45	oktober	0,94	oktober	0,94
1945 - 46	mai	0,66	mai	0,66
1946 - 47	november	1,23	september	0,68
1947 - 48	mars-april	2,59	mai	0,26
1948 - 49	september	0,76	september	0,76

Som tidligere nevnt, er det særlig de store avløpsmengder i kortere tidsrom som spesielt interesserer i spørsmålet om høveligste avløpstall ved dimensjonsberegning for rørgrofter. På Østlandet har en i lang tid regnet med 0,65 sl/hektar. Om vi i tabell 29 betrakter 7-dagers perioder i sommerhalvåret, så er det bare i 5 år at avløpstallet ligger nevneverdig over 0,65 sl/ha. I to år var det i oktober, i ett år i september. Avløpsmengder på 0,65 sl/hektar har i det hele vært nok så sjeldne i månedene mai-oktober.

Konklusjonen blir (Ødelien og Uhlen) at rørgrofter som er dimensjonert etter 0,65 sl/hektar i leirjordstrakter på Østlandet skulle virke tilfredsstillende. En mener at det neppe vil være noen risiko ved å regne med et litt lågere avløpstall, særlig i noe sterkere hellinger.

I Danmark er grøftevassmåling utført flere steder. Nedenfor gjengis resultater etter C.L. Feilberg og Aage Feilberg fra måling i Kjøbenhavns omegn, Lundeberggaard i Skovlunde. Feltets areal var 3,06 hektar, normal årsnedbør 561 mm.

Tabell 30.

år	Årsnedbør, mm	Største vassmengde, sl/ha i				Absolutt maks. sl/ha.
		en måned	én uke	et døgn	en time	
1927 - 28	797,4	0,28	0,80	1,56	1,72	1,73
1928 - 29	647,0	0,31	0,42	0,93	1,53	1,65
1929 - 30	522,9	0,18	0,28	0,44	0,92	0,93
1930 - 31	600,8	0,26	0,48	1,16	1,56	1,63
1931 - 32	473,6		0,05	0,10		0,19
1932 - 33	577,9		0,32	0,58		0,88
1933 - 34	443,7		0,22	0,34		0,46
1934 - 35	555,9		0,31	0,41		0,73
1935 - 36	502,3		0,22	0,40		0,54
1936 - 37	545,6		0,31	0,88		1,16

Som en ser, er det stor forskjell på vassmengden etter hvor lang tid en regner med. De høyeste vassmengder i en time eller et døgn vil en neppe ta særlig hensyn til ved dimensjonering. Derimot kan største avløp i en uke være aktuelt, men i bare ett år var dette 0,8 sl/ha; ellers mindre enn 0,5 sl/ha.

I Kvorning på Jylland er maksimalavstrømningen målt til 3,2 sl/ha. i 3 timer, 2,9 sl/ha i et døgn og 0,95 sl/ha i én uke.

Også i Danmark er materialet ennå for lite, og foreløpig anbefales følgende avløpstall der:

<u>Middelnedbør i oktober-mars</u>	<u>Stiv og middels stiv jord</u>	<u>Lettere jord med &lt; 25 % slam</u>
< 250 mm	0,55 sl/ha	0,60 sl/ha.
250-300 "	0,60 "	0,65 "
300-350 "	0,65 "	0,70 "
> 350 "	0,70 "	0,75 "

I praksis vil tallene sannsynligvis variere enda mer, idet en søber å ta hensyn også til andre faktorer, som nedbørens fordeling, snø eller sterkt regn, terrengets fall, tilstrømming av overflatevatn eller trykkvatn, samt også grøftingens intensitet. Siste faktor virker slik at ved sterk grøfting, liten avstand og djupe grøfter, kan avstrømningen uten skade uthales noe, idet jorda over ledningene kan oppta mer vatn før den blir overfylt.

I Mellom-Sverige har Flodkvist i årene 1921-29 utført måling av grøftevassmengder. Av 6720 observasjoner var det bare 150, eller 2,2 %,



som viste over 0,5 sl/ha. Relasjonen ble den samme om han regnet bare med tida april-september. På grunnlag av dette mener Flodkvist at avløpstallet 0,5 sl/ha er høyt nok for dimensjonering av samleledninger i Sør- og Mellom-Sverige.

Ved Lanna forsøksgård har Perman målt vassmengden i grøfteforsøk. I løpet av en 7-årsperiode har avløpet i enkelte tilfelle vært opptil 3 sl/ha. For 14 dagers perioder har det sjelden vært over 0,6 sl/ha, men for størstedelen av året under 0,2 sl/ha.

I Sverige har en lenge regnet med avløpstall fra 0,4 til 0,8 sl/ha. (400-1000 mm nedbør). Men iallfall for leirjorda i vestre og mellomste Sverige, mener en (iflg. Almlöf) på grunnlag av resultatene fra Lanna og erfaringer fra dimensjonering av kombinerte avløpsgrøfter at det kanskje er unødvendig å regne med så store avløpstall. De kombinerte avløpsgrøfter består av en rørledning som er noe dekket med jord, men ikke mer enn at det over ledningen blir ei grunn, åpen grøft for flom- og overflatevatn. Rørledningen blir da beregnet til å ta bare vatn fra grøfteledningene, dvs. som vanlige samlegrofter. Ved dimensjonering av disse har en her regnet med 0,2 sl/ha (Hallin). Disse ledninger har vist seg å fungere tilfredsstillende. Men denne erfaring kan ikke direkte overføres på andre jord-, klima- og terrengforhold.

For øvrig hevdes det (Almlöf) at i lett gjennomtrengelig jord, sandjord, kan det være berettiget å dimensjonere samleledningene noe grovve, f.eks. etter 1,0-1,5 sl/ha, idet lite vatn renner av på overflaten her.

For Nord-Tyskland mente en (Gerhardt, Schewior) at den schlesiske norm var passende for alle strøk med årsnedbør under 900 mm. Men i de regnfattigere strøk av Vest-Tyskland kunne en nok bruke noe mindre avløpstall.

Som nevnt har en her i landet regnet med både Vincents tall, 0,756 sl/ha, og senere den schlesiske norm, 0,65 sl/ha. Denne siste har vist seg å være fullt tilstrekkelig for innlandsstrøkene. Hasund og Ødelien mener ellers at avløpstallet 0,55 sl/ha er høyt nok overalt hvor årsnedbøren ikke overstiger 900 mm. Hasund er for øvrig av den mening at en, selv i de regnrrike strøk på Vestlandet, ikke behøver å regne med mer enn 1,0 sl/ha.

Med utgangspunkt i nevnte data, kan en sette opp følgende skala som rettesnor:

<u>Årsnedbør, mm</u>	<u>Avløpstall, sl/ha.</u>
< 600	0,60
600-900	0,65
900-1200	0,70
1200-1500	0,75
1500-1800	0,80
1800-2100	0,85
2100-2400	0,90
2400-2700	0,95
2700-3000	1,00

Dersom det er nødvendig med systematisk grøfting i de tørrere innlandsstrøk, vil en trolig kunne gå under 0,6 sl/ha.

#### 9. Om dimensjoneringsarbeidet.

Det er bare for rørgrøfter at det blir tale om beregning av ledningenes dimensjon, men ikke for alle rørgrøfter.

I sideledningene brukes nå vanlig 2" rør som minste dimensjon. I enkelte tilfelle blir det likevel aktuelt å øke dimensjonen i sidegrøftene også. Dette f.eks. når større vassig eller sterke vassårer skjæres av. Kan vassføringa her noenlunde bestemmes, bør rørdimensjonen beregnes; men ellers velges den etter beste skjønn. Av og til kan det også være hensiktsmessig å lage inntak for overflatevatn i sidegrøftene (f.eks. gjennom s.k. grusfilter). Er det bare lite nedslagsfelt, økes dimensjonen skjønnsmessig til f.eks. 2½". Fra større nedslagsfelt bør vassmengden beregnes, rørdimensjonen likeså.

Tidligere brukte en også mindre dimensjon i sideledninger, f.eks. 1½". Dersom en kunne forutsette helt ensartete, sirkelrunde rør med konstant diameter og dertil meget nøyaktig legging, ville dimensjonen sikkert rekke til i mange tilfelle, iallfall i korte grøfter. Men risikoen for innsnevring av ledningene er som regel såpass stor at en nå anbefaler og også mer og mer går over til 2" rør som minste dimensjon. De små dimensjoner er minst brukbare hvor fallet er svært lite, idet selv en liten innsnevring av profilet virker relativt sterkt og gir stort trykktap. Derved minskes vasshastigheten, og rørene slammes fort igjen.

I svensk standard inngår både 40 og 50 mm diameter, men i mange deler av Sverige brukes ikke mindre dimensjon enn 50 mm.

I dansk standard er 5,5 cm diameter minste dimensjon.

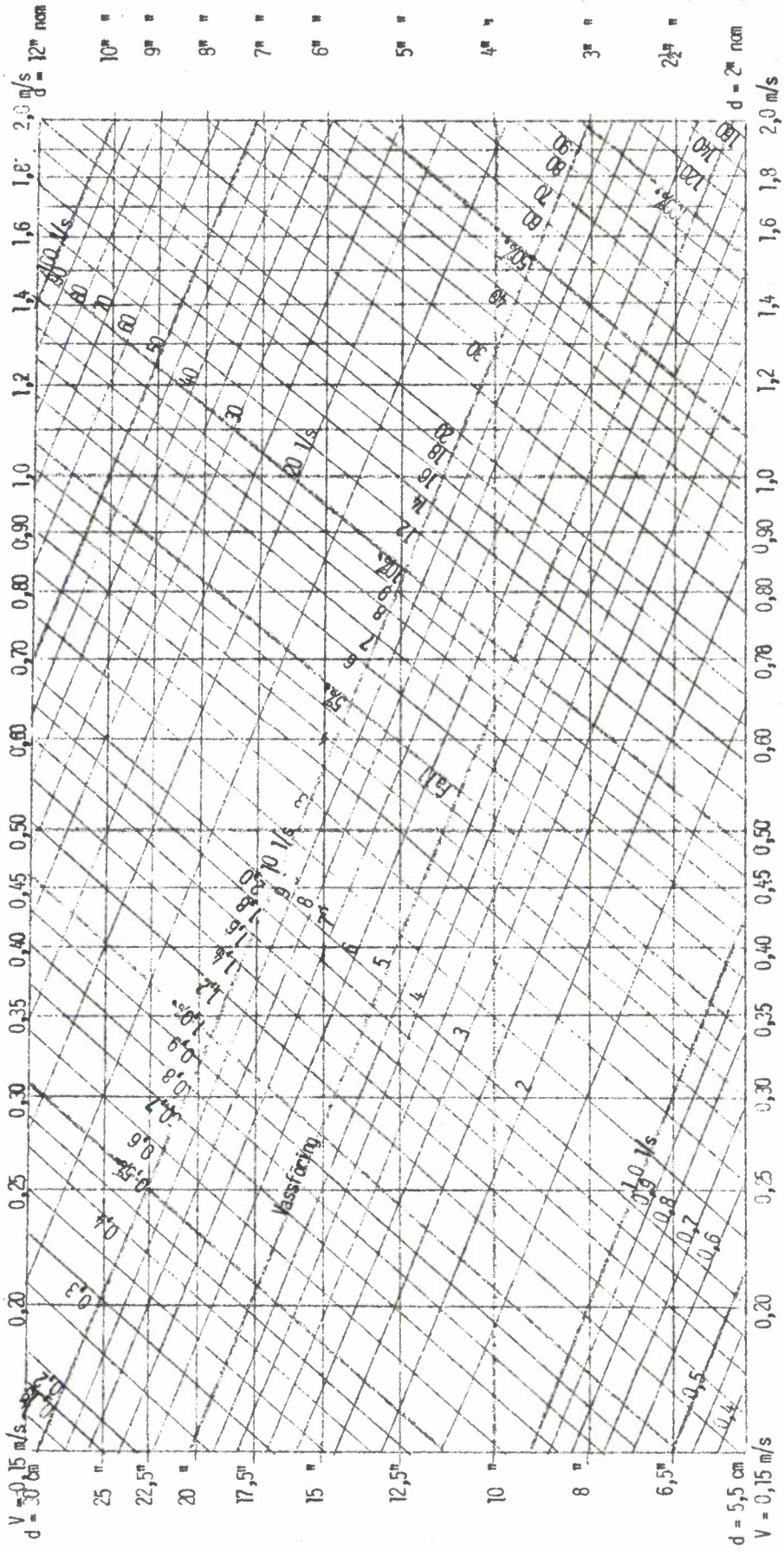
I samleledningene bør rørdimensjonen som regel beregnes. Særlig nødvendig er dette ved store grøftesystemer med lange samlegrøfter. Her kan det trenge flere dimensjoner, den minste øverst, og den største på strekningen mot avløpet. Ved mindre systemer er det trolig vanlig praksis å velge rørdimensjonen også i samlegrøftene etter skjønn, idet en som minste dimensjon bruker  $2\frac{1}{2}$ ". Men iallfall så lenge en mangler tilstrekkelig erfaring i grøfte- og dimensjoneringsarbeid, bør en benytte de beregningstekniske hjelpemidler.

Som tidligere nevnt, vil en i praksis ikke bruke formlene direkte, men tabeller eller diagrammer hvor en kan lese av sammenhørende verdier for diameter, fall, vassmengde og vasshastighet.

Monogram for fullt l opende gr fterr r (teglrør) etter A. E. Brettings formelsystem. B lgethet  $\omega = 7 t = 10^0$ ; Ruhet 1000 k = 0,8 m.

$$V = \frac{197,9}{\omega \sqrt{H}} \cdot R^{5/7} \cdot i^{4/7} \quad (\text{Blasiusformelen})$$

$$V = \frac{25,84}{k} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (\text{Manningformelen})$$



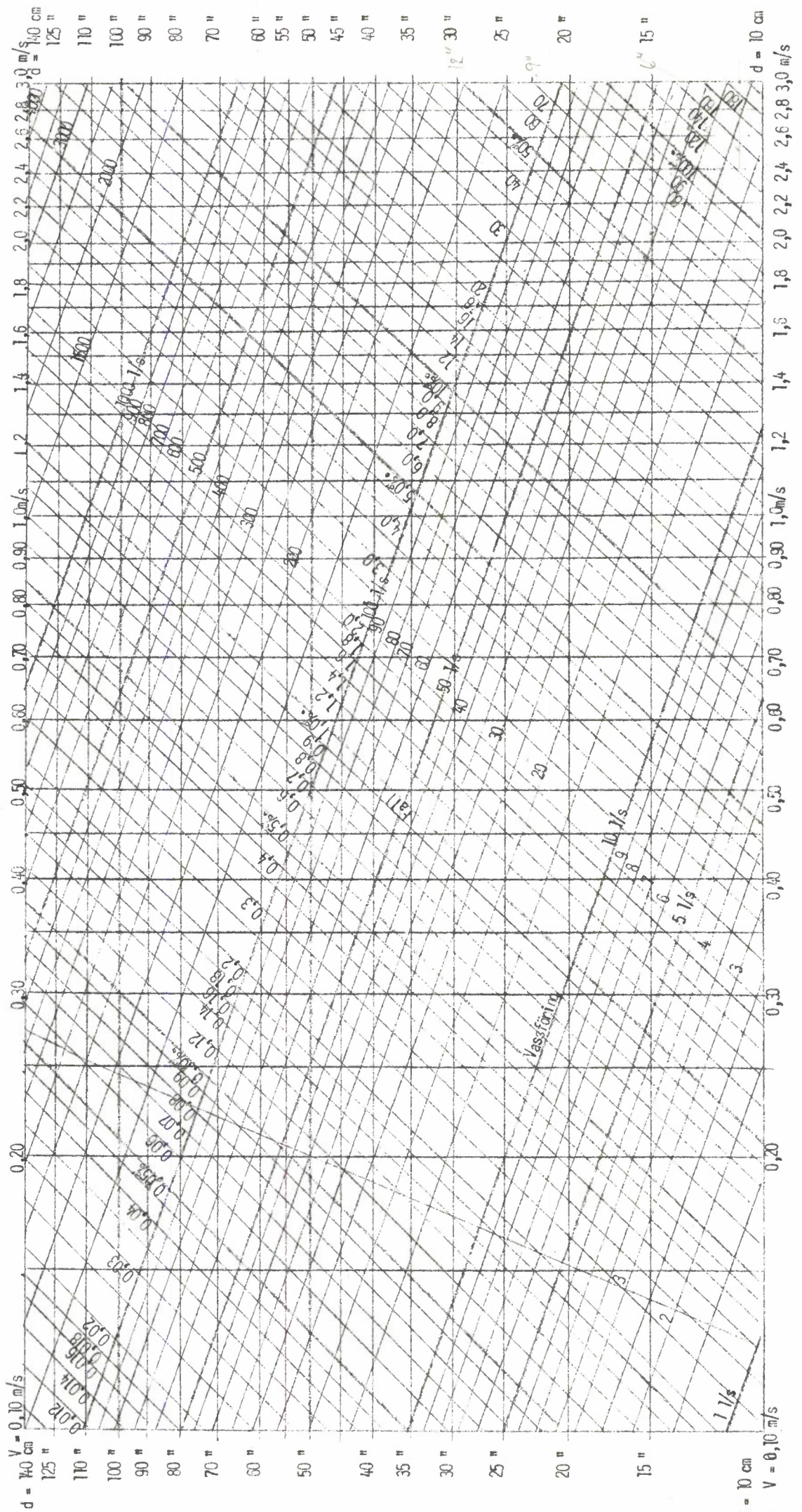
$V = 0,15 \text{ m/s}$   
 $d = 30 \text{ cm}$   
 25 "  
 22,5 "  
 20 "  
 17,5 "  
 15 "  
 12,5 "  
 10 "  
 8 "  
 6,5 "  
 $d = 5,5 \text{ cm}$   
 $V = 0,15 \text{ m/s}$

12" nom  
 10" "  
 9" "  
 8" "  
 7" "  
 6" "  
 5" "  
 4" "  
 3" " 70  
 2 1/2" " 60  
 d = 2" nom  
 2,0 m/s  
 1,8  
 1,6  
 1,4  
 1,2  
 1,0  
 0,90  
 0,80  
 0,70  
 0,60  
 0,50  
 0,45  
 0,40  
 0,35  
 0,30  
 0,25  
 0,20

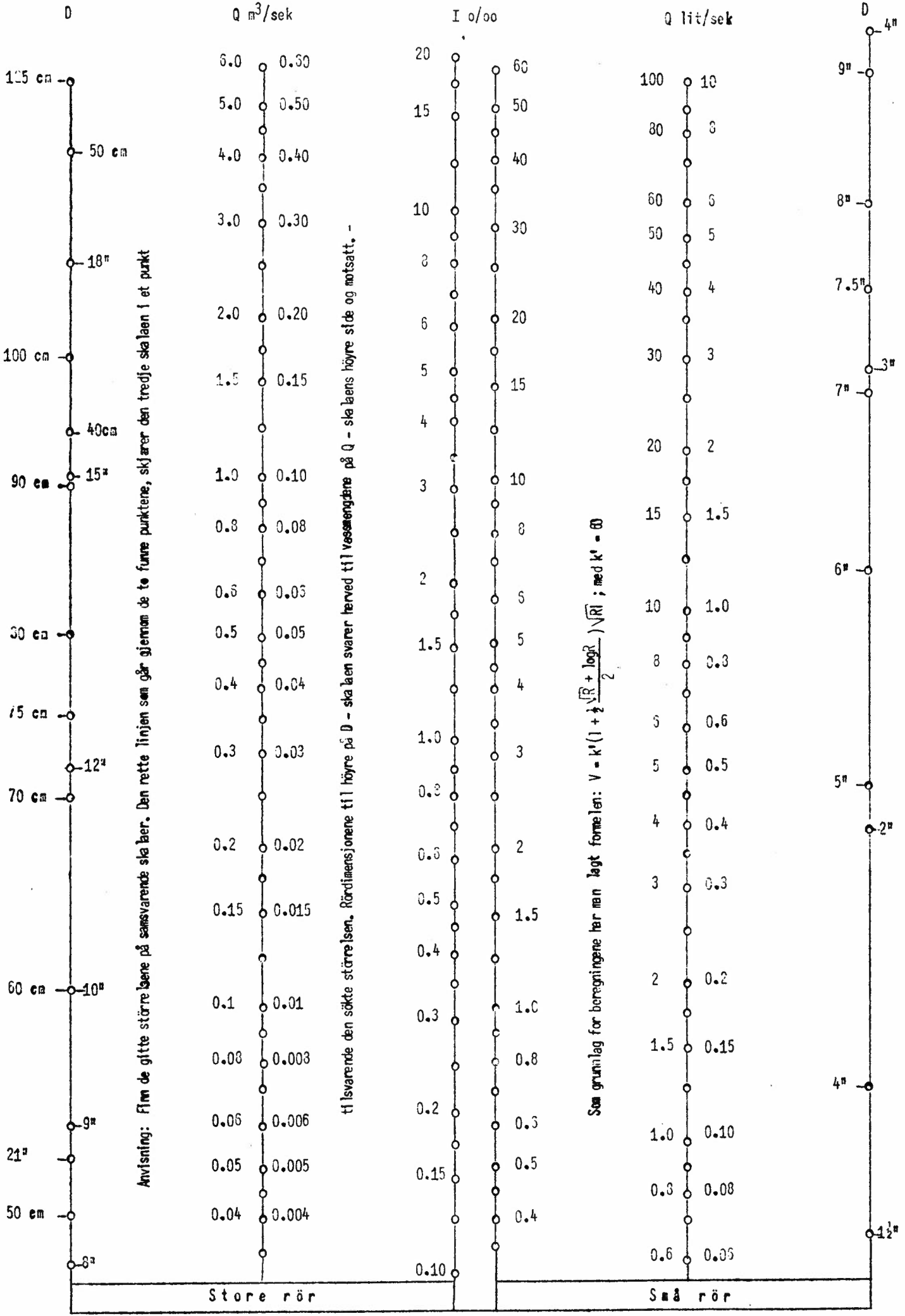
Nomogram for fulltjöpönde ledningar av glas, rör eller sirkuläre betongrör etter A.E. Brettings formelsystem. Bölgeløstet  $\omega = 4,0$  t = 10; Røret 1000 k 1,5 m.

$$V = \frac{197,9}{\omega} \cdot R^{5/7} \cdot l^{4/7} \quad (\text{Bistasiusformelen})$$

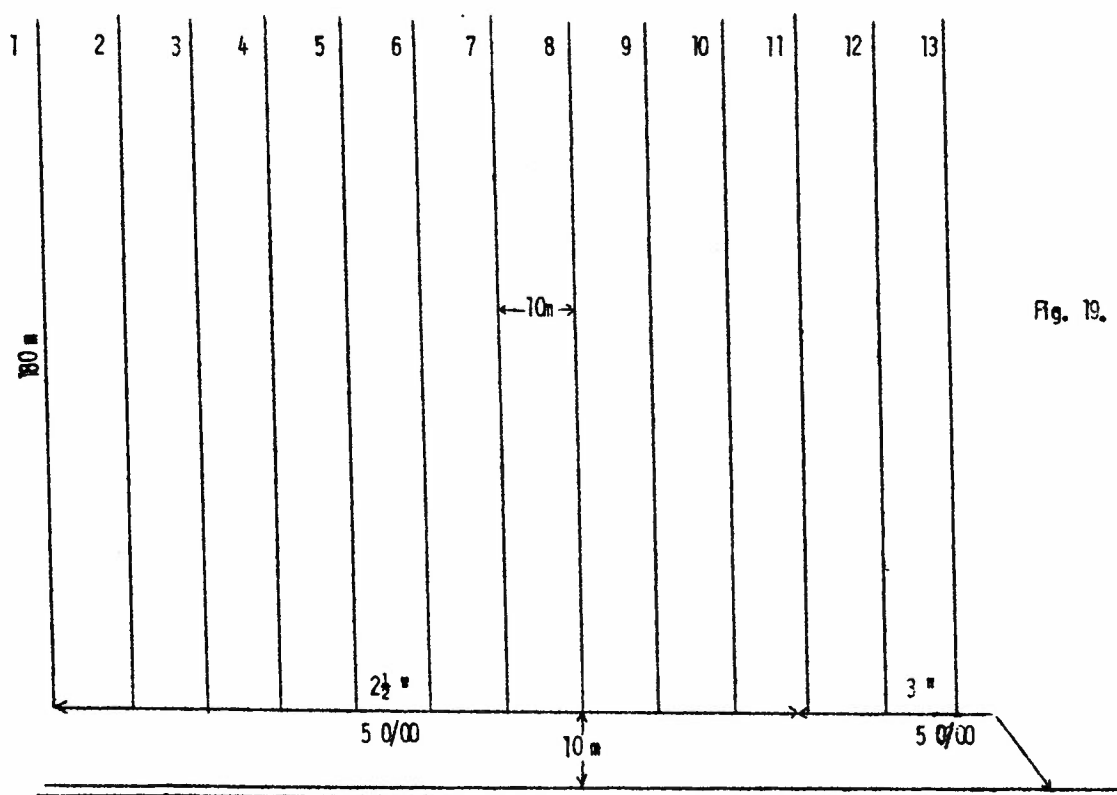
$$V = \frac{25,84}{k^{1/6}} \cdot R^{2/3} \cdot l^{1/2} \quad (\text{Hanningformelen})$$



# LINIALDIAGRAM



Ek. 1. Arealet er ca. 25 dekar leirjord,  $\bar{r}$ snedbør omkring 900 mm. Nødvendig grøfteavstand 10 m. Samleledningen har konstant fall = 5 o/oo.



Vi antar at avløpstallet 0,65 sl/ha er passe. Vassmengden blir da  $0,65 \cdot 2,5 = 1,63$  l/sek. Fra øvre ende av samlegrøfta legger en  $2\frac{1}{2}$ " rør. I nomogrammet følger en den horisontale linje for  $2\frac{1}{2}$ " til den skjærer skrålinjen for fall 5 o/oo. Skjæringspunktet faller mellom vassføringslinjene for 1,0 og 1,5 l/sek. Kapasiteten for  $2\frac{1}{2}$ " ledning er ca. 1,3 l/sek. Altså blir  $2\frac{1}{2}$ " for snau til hele grøftesystemet. Spørsmålet er da å finne hvor langt  $2\frac{1}{2}$ " er stor nok.

1,3 l/sek. representerer vassmengden fra ca. 20 dekar. I dette tilfelle, med like lange sidegrøfter, er det lettest å regne ut avløpet fra hver grøft. Arealet for hver grøft er ca.  $(190 \cdot 10) \text{ m}^2$  og vassmengden  $0,65 \cdot 0,19 = 0,124$  l/sek.  $2\frac{1}{2}$ " rør kan derfor ta vatnet fra vel 10 sidegrøfter. 3" rør koples derfor inn like foran sidegrøft nr. 11. Dette anmerkes på kartet som vist på fig. 19.

Av nomogrammet ser en at vasshastigheten i  $2\frac{1}{2}$ " ledning med 5 o/oo fall blir ca. 0,38 m/sek. Dette er tilstrekkelig. Fulltløpende 3" ledning i 5 o/oo fall har kapasitet ca. 2,15 l/sek. med vasshastigheten ca. 0,44 m/sek. Imidlertid blir ikke denne ledningen full, og hastigheten kan derfor ikke leses direkte ut av diagrammet. Dette gjelder for fulltløpende rør.

Likevel blir fyllingsgraden i dette tilfelle så stor at vasshastigheten ikke ligger langt fra den maksimale.

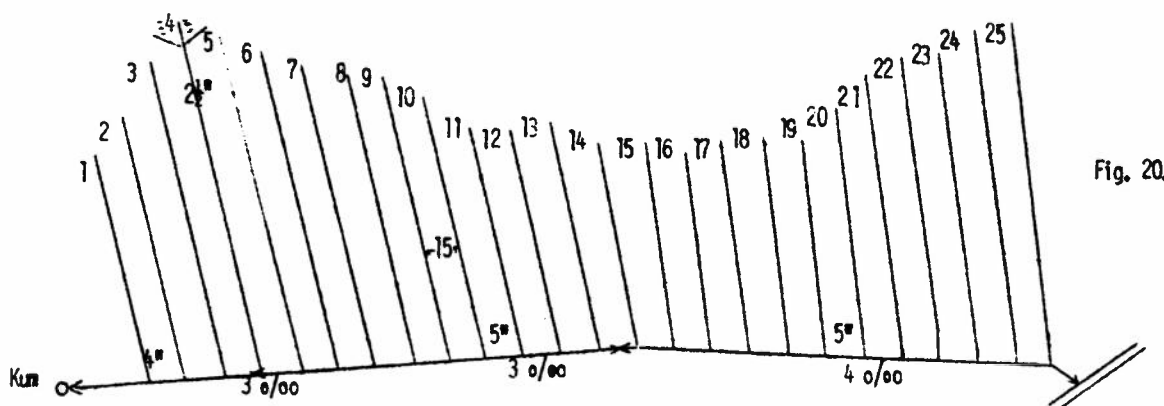
Av nomogrammet ser en videre at ved samme fall øker vasshastigheten med økende dimensjon. Om vi har en ledning med gitt, men forlite fall til å gi stor nok hastighet, kan det være fristende å bruke større rørdimensjon for å øke vasshastigheten, selv om det ikke trengs for vassmengdens skyld. De større rør ville i så fall ikke bli fylt, og hastighetstallene i diagrammet gjelder følgelig ikke. I følge hastighetsformlene blir vasshastigheten like stor både ved fulltløpende og ved halvfylte rør; men likevel 10-12 % mindre enn den maksimale hastighet ved ca. 82 % fylling.

Når fyllingsgraden avtar fra halvparten og nedover, går det meget sterkt ut over vasshastigheten, som avtar fort. Derfor vil det være tvilsom fordel ved å bruke alt for store rør. Selv om det her er mer plass for slam, vil de likevel relativt lett kunne fylles, fordi det kreves kanskje dobbelt så stor vasshastighet til å erodere slammene vekk igjen.

Den sterkt avtakende vasshastighet ved liten fyllingsgrad forklares ved minkende verdi på R, den hydrauliske radius. Det blir nemlig lite vasstverrprofil i forhold til den våte omkrets.

For å bøte noe på dette ved ledninger med sterkt varierende vassføring og slamholdig vatn (for det meste kloakkledninger), bruker en rør med eggformet tverrprofil, med relativt smal renne etter botnen. Selv ved små vassføringer får en her større vasstverrprofil i forhold til den våte omkrets, dvs. gunstigere verdi på R.

Eks. 2. Jordarten er mjøle, årsnedbør omkring 600 mm. Grøfteavstand 15 m, avløpstall 0,6 sl/ha. og vasshastigheten minst 0,35 m/sek.





Fallet i samlegrøfta er ovenfra 3 o/oo til litt ovenfor sidegrøft nr. 14, senere er det 4 o/oo. I ytre enden av samlegrøfta må en sette rørbrønn for inntak av overvatn fra 20 dekar skog ovenfor, avløpstall anslagsvis 1,2 sl/na., og vassmengden blir herfra 2,4 l/sek.

Sidegrøft nr. 4 skjærer av et oppkomme med vassføring ca. 1,0 l/sek. I denne grøft legges  $2\frac{1}{2}$ " rør.

Av diagrammet ser vi at 3" rørledning blir for snau også i øverste enden. Derfor må vi begynne med 4" rør ved brønnen. Den tar 3,1 l/sek. ved fallet 3 o/oo. Vasshastigheten blir også tilfredsstillende, vel 0,38 m/sek. Men vi ser videre at 4" ledning ikke er stor nok forbi grøft nr. 4. Vi undersøker derfor om 4" er tilstrekkelig ned til grøft nr. 4. Til dette stykke svarer et grøftet areal på ca.  $5\frac{3}{4}$  dekar, med vassmengde  $0,6 \cdot 0,575 = 0,35$  l/sek. Vassføring ialt blir her  $2,4 + 0,35 = 2,75$  l/sek. Altså er 4" rikelig hit. Litt ovenfor grøft nr. 4 begynner en så med 5". Med 3 o/oo fall tar den 5,6 l/sek., og vasshastigheten blir ved fulltløpende rør omkring 0,46 m/sek.

Vi undersøker så strekningen fra grøft nr. 4 og ned til fallbrottet mellom sidegrøftene nr. 13 og 14. Grøftet areal ved denne strekning er ca. 17 dekar med vassmengden  $0,6 \cdot 1,7 = 1,02$  l/sek. Vassføringa ved fallbrottet blir da  $2,75 + 1,0 + 1,02 = 4,77$  l/sek. Altså er 5" rikelig hit; men den greier seg også betydelig lenger fordi fallet er større nedover. Vi undersøker først om 5" er stor nok helt til utløpet.

Grøftet areal nedenfor fallbrottet er 18,5 dekar med avremning  $0,6 \cdot 1,85 = 1,11$  l/sek. Vassføringa ved utløpet blir da  $4,77 + 1,11 = 5,88$  l/sek. 5" rør med 4 o/oo fall tar ca. 6,6 l/sek., vasshastigheten omkring 0,53 m/sek. Altså kan 5" rørledning legges helt til utløpet.

Ved fallbrottet var vassføringa, som nevnt, 4,77 l/sek. Dersom fallet nedenfor var 8 o/oo, ville 4" rørledning, med kapasiteten 5,1 l/sek., ha vært tilstrekkelig ca. 60 m nedover fra fallbrottet. Ovenfor dette måtte en altså legge 5" ledning. Om det hadde vært hensiktsmessig og nødvendig å sette en slambrønn, samtidig koplingsbrønn, i fallbrottet, ville det ikke være noe i veien for å fortsette med mindre rørdimensjon nedenfor brønnen enn ovenfor, når kapasiteten ble stor nok p.g.a. økt fall. Men å sette inn en mindre rørdimensjon direkte nedenfor en større, vil en neppe gjøre med disse relativt små rørdimensjonene.

Eks. 3. Prinsippet ved tverrgrøfting fører til at samlegrøftene legges med relativt sterkt fall, litt på skrå eller rett over høydekurvene. I kupert terreng har det lett for å bli fallbrott i botnlinjen. En har da

den regelen at vatnet så vidt mulig skal renne fra svakt til sterkere fall, altså økende fall mot utløpet. Dette for å få større vasshastighet nedover og dermed mindre risiko for tilslamming og tetting av ledningspartier nærmere utløpet. Men i praksis vil en finne at det ofte er vanskelig å få dette til. Stort fall i de øvre partier, men lite fall nedover tør være en ganske alminnelig foreteelse. I fig. 21 er forutsatt 20 o/oo fall i øvre del, men bare 4 o/oo i nedre del. Vassføring i ledningen ovenfor fallbrottet antas til ca. 8 l/sek. Det trengs her 4" ledning, og vasshastigheten blir vel 1,0 m/sek.

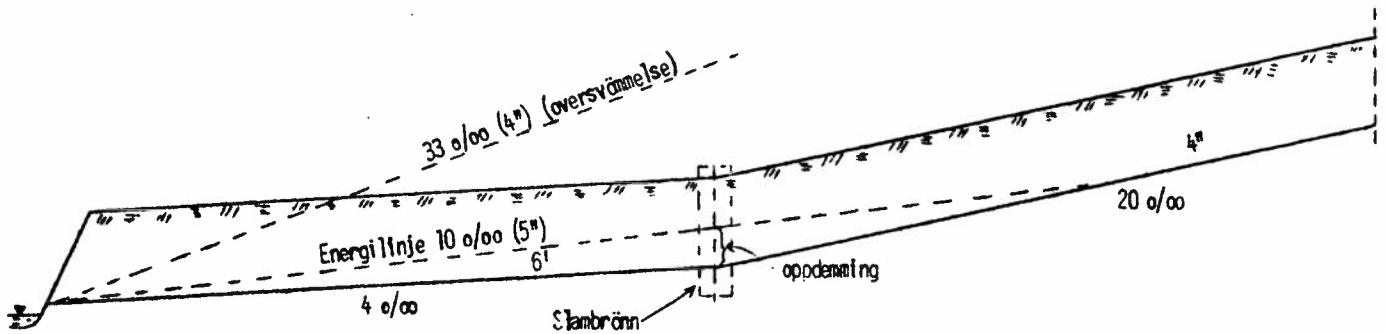


Fig. 21.

Om en regner med samme vassmengde fra fallbrottet og noen meter nedover, trengs her, med fallet 4 o/oo, minst 5" rør, men helst 6". Mot utløpet blir vassmengden ialt ca. 10 l/sek., og 6" ledning er stor nok helt ut. Vasshastigheten i den, forutsatt fulltløpende rør, blir omkring 0,6 m/sek., altså godt og vel halvparten av hva den er ovenfor. Det svake punkt blir derfor ved fallbrottet, idet oppslemmet materiale kan felles ut ved eller litt nedenfor overgangen.

I slike tilfelle er det alminnelig regel at en setter slambrønn i fallbrottet; men den er effektiv bare så lenge den blir regelmessig opprensket. Av brukshensyn vil en også helst unngå slambrønn i jorden.

Et annet prinsipp er derfor blitt nyttet bl.a. i Danmark, etter sigende med godt resultat. Dette går ut på at rørledningen nederst, med lite fall, dimensjoneres så snau at en ved større vassmengder får oppdemning ved fallbrottet. Denne oppdemning gir overtrykk og dermed større vasshastighet i ledningen. Derved skulle det bli mulighet for at oppslemmet materiale kan holde seg i suspensjonen og således transporteres ut av ledningen. Kanskje kan sedimentert materiale også eroderes vekk igjen. Vassføring og vasshastighet kan jo da bli sterkt vekslende.

Om en istedenfor 6" bruker 5" rørledning nederst i fig. 21, når vassføringa skal være ca. 10 l/sek., ser en av diagrammet at fallet må være

10 o/oo. Her får en da så stor oppdemming at overtrykket i ledningen blir ekvivalent med 10 o/oo fall. Grafisk illustreres dette som vist i figuren. En tenkt energilinje har fallet 10 o/oo. I dette tilfelle demmes vatnet opp til ca. 60 cm under jordoverflaten. Denne oppdemming vil forsvinne etter som tilsiget avtar og vatnet renner unna, men en må regne med at temporært kan en få enda større oppdemming ved maksimal avstrømning. Avløpstallene representerer jo ikke toppene. For ledningens varighet skulle det bare være en fordel, idet rørene derved lettere spyles rene.

Dersom en i fig. 21 regnet med å legge 4" rørledning på nederste strekning, måtte en ha ca. 33 o/oo fall. Men som en ser, ville dette antakelig føre til kraftig oversvømmelse.

Den øverste del av en slik ledning, fig. 21, bør ikke i noe tilfelle dimensjoneres så snau at en etter beregningsmåten får overtrykk. Ulempen ved eventuell oversvømmelse i disse partier er større enn lenger nede.

#### 10. Fallet i rørgøftene.

Av foregående eksempler vil en ha sett at fallet spiller en stor rolle for vasshastigheten og er bestemmende for rørdimensjonen ved gitt vassføring.

Men i sidegrøftene er dimensjonen som regel gitt, vanlig 2" rør. Derfor må disse grøftene legges slik i forhold til terrengefallet at vasshastigheten blir tilfredsstillende og ledningen dermed selvrensende. Er terrenget helt flatt, må en grave fall. Men av praktiske grunner vil en helst unngå dette arbeid i sidegrøftene. En bør jo da nivellere hver enkelt grøft og siden kontrollere botnfallet nøye under gravinga. Dessuten blir grøftelengden ganske begrenset om djupet ikke skal bli for vekslende eller for lite i øvre enden. Grøftedjupet i nedre enden bestemmes av djupet til samleledningen. Dette må altså være fiksert på forhånd. Ellers vil det være lett å regne ut grøftedjupet ved vilkårlige punkter når en har gitt avstanden dit fra utgangspunktet samt grøftens relative fall.

Som tidligere nevnt bør vasshastigheten iflg. de svenske undersøkelser være minst 0,25 m/sek. Men i særlig vanskelige jordarter bør den antakelig ikke være under 0,35 m/sek. For 2" rørledning blir tilsvarende minste fall henholdsvis omkring 3 og 5 o/oo. I ren leirjord ser det ut til å være mindre fare for gjenslamming, slik at fallet til nød kan være omkring 3 o/oo.

For å få nytte av terrengfallet kan en ved tverrgrøfting ikke legge grøftene parallelt med høydekurvene; men på skrå over dem. Jo mindre terrengfallet er, desto mer på skrå over høydekurvene må grøftene legges. Har terrenget ikke større fall enn omkring 5 o/oo (1:200), blir det altså aktuelt å grave grøftene rett ut over fallet. Derved går en over til s.k. langsgrøfting.

Også for sidegrøftene gjelder regelen om at vasshastigheten bør øke nedover mot samleledningen. Dette blir også tilfelle om fallet er konstant, idet vasshastigheten til en viss grænse tiltar med fyllingsgraden. Men blir det fallbrott i botnlinjen, bør altså fallet være tiltakende nedover. Grøftesystemene må planlegges med dette for øye.

Ved tverrgrøfting får samlegrøftene normalt større fall enn sidegrøftene. Dette er også det ideelle, fordi vatnet da får tiltakende hastighet selv om det kan være betydelig energitap ved innløpet i samlerørene. Men vasshastigheter over 1,5 m/sek. er mindre heldige. Vatnet kan trenge ut gjennom rørfugene og undergrave rørene, særlig i løs botn. På slike kritiske strekninger kan en f.eks. legge mufferrør, sementrør, og tette muffene med blåleire eller sementmørtel.

Dersom en må praktisere langsgrøfting, blir en nødt til å grave fall i samlegrøfta. Denne kan derfor bli ganske djup i de nedre partier; men dette behøver ikke å få konsekvenser for djupet langsetter hele sidegrøfta. Fallet i sidegrøfta gjøres relativt stort de siste metrene nærmest samleledningen. Dessuten koples siderørene inn ovenpå rørene i samlegrøfta. I øvre partier derimot kan grøftedjupet bli lite nok ved lange samlegrøfter. Det hjelper noe at siderørene koples inn i siden på samlerørene.

For de mindre rørdimensjoner i samlegrøfter bør fallet være minst 2-3 o/oo; men for dimensjonene fra 4" og oppover kan fallet i enkelte jordarter være ned til 1,5 o/oo. Det er alminnelig erfaring at en ikke behøver å være så bange for lite fall i grøvre ledninger, bare rørene blir nøyaktig lagt. Dette er et ufravikelig krav. En har eksempel på at store avløpsledninger av 8-10" rør er lagt med 0,5 o/oo fall. Men blir fallet så lite, er det nødvendig å sette inn slambrønner. Foruten at disse tar imot slammet fra ledningene, kan de fungere som inntak for overflatevatn samtidig. I terreng med så lite fall er det viktig å sørge for rask bortledning av overflatevatnet.

En gammel regel for relasjonen mellom rørdimensjon og fallet er følgende:

2 " rør:	fall 1:200	=	5 o/oo
2½" " :	" 1:250	=	4 "
3 " " :	" 1:300	=	3,3 "
4 " " :	" 1:400	=	2,5 "
5 " " :	" 1:500	=	2 "

osv.

10 " rør: fall 1:1000 = 1 o/oo

Men for større rør enn 10" bruker en nødvendig mindre fall enn 1 o/oo. Dette er nærmest en huskeregel.

### XVIII. GRØFTEPROSJEKTET.

Grøfting er et dyrt og langsiktig arbeid. Særlig systematisk grøfting medfører ganske stor kapitalinvestering. Det er derfor av største betydning at et grøfteprosjekt utføres slik at grøftenes virkning blir god og varigheten lengst mulig.

Spesielt planlegginga er et krevende arbeid. Derfor forlanges også at prosjekt som det søkes statsbidrag til, skal være planlagt av fylkes- eller herredsaagronom, eller annen kompetent person, planlegger, som er antatt av jordstyret og godkjent av landbruksselskapet.

Ordnningen med s.k. planlegger i kommunene har tildels vært lite tilfredsstillende, bl.a. fordi arbeidet for vedkommende har hatt for mye karakteren av bierverv. Heller ikke har det vært stilt bestemte krav til planleggerens kvalifikasjoner. Grøftekomiteen av 1941 har derfor foreslått at planleggerne må ha eksamen fra landbruksskole og dessuten ha gjennomgått et spesialkurs i grøfting.

Ved ordningen med planleggere har det vært praktisert, og det forutsettes også i framtida, ei viss arbeidsdeling. Større og vanskeligere arbeider, som bl.a. forutsetter bruk av nøyaktigere landmålings- og nivel- leringsinstrumenter, bør utføres av fylkes- eller herredsaagronomer (landbruksfunksjonærer). Men mindre arbeider, som kan prosjekteres ved hjelp av relativt enkle hjelpemidler, overlates til planleggerne. Som oftest vil disse hverken disponere eller kunne bruke nøyaktigere instrumenter. Framgangsmåten ved prosjekteringsarbeidet blir derfor forskjellig. En kan stort sett skille mellom to metoder:

### A. Den direkte metode.

Planleggerens arbeid må utføres med enkle hjelpemidler. Det aller nødvendigste må anses å være Wredespeil, vinkelprisme (-speil) og målebånd. Det blir derfor sjelden eller aldri tale om flatenivellering. Dette er heller ikke nødvendig når fallforholdene er greie, dvs. fallet er jevnt og lett synlig. For øvrig er det en enkel sak ved hjelp av Wredespeilet å se om det er fall eller ikke i en bestemt retning.

Frangangsmåten blir derfor å planlegge grøftene i marka og å stikke dem ut direkte. Dette kan en kalle den direkte metode, som for øvrig er vanlig i praksis hos oss. Likevel vil det være nødvendig å nivellere samlegrøfter for senere på grunnlag av fallet i disse å kunne dimensjonere eventuell rørledning. I forbindelse med dette er det viktig å undersøke om vassnivået i resipient eller avløpsgrøft er så lågt at grøftene kan bli tilstrekkelig djupe.

Grøftenes plasering er dog ikke bare bestemt av terrenget; men også av årsaksforholdene til at jorda er for rå. Gjelder det grøfting av myr, er spørsmålet som regel klart, men ellers må en være merksam på dette. Av denne grunn og også for å kunne ta standpunkt til spørsmålet grøfteavstand og -djup, bør planleggeren så vidt mulig gjøre enkle undersøkelser av jordbunnen ved hjelp av jordbor eller spade. Videre er det nødvendig å undersøke om en kan komme fram med grøftene der, hvor de er stukket ut. Det er særlig aktuelt i terreng hvor fjellgrunnen stikker opp her og der. Arbeidet gjøres best ved hjelp av en passe lang stålstang som slås ned (et srett er for grovt og tungt til dette). Dermed får en også et begrep om hvor hard jorda er å grave. Dette betyr noe ved kalkulering av gravekostnaden.

Når en skal søke om statsbidrag, kreves det kart over området. Men også for privat bruk er det en fordel å ha feltet med grøftene kartlagt. Det er da lettere å lokalisere dem ved reparasjon eller eventuelt supplement. Derfor må planleggeren også måle opp jordstykket og måle inn grøftene. For mindre og oversiktlige arealer er dette arbeidet overståelig selv med bare målebånd og vinkelapparat.

Etter markarbeidet følger kontorarbeidet som går ut på å tegne opp jordstykket og på kartet å legge inn grøftene etter målene. Helst bør en tegne på kalkerpapir eller -lerret. Originalen arkiveres, og lyskopi vedlegges søknaden om statsbidrag samt leveres til eieren av jorda. Foruten kart kreves beskrivelse av arbeidet med eventuelle særlige tilfelle, samt kostnadsoverslag.

## B. Den fullstendige metode.

De grøftingsprosjekter som landbruksfunksjonærene, og særlig fylkesagronomene, får til planlegging, blir da fortrinsvis de mest kompliserte tilfelle, og framgangsmåten blir gjerne mer omstendelig og arbeidskrevende. Men det er for øvrig ikke noe i veien for å bruke den direkte metode her heller, om dette er hensiktsmessig.

Etter den fullstendige metode faller arbeidet normalt i 3 hovedgrupper:

1. Forberedende arbeider i marka.
2. Planløsningen, kontorarbeidet.
3. Utstikking av grøftene.

### 1. Forberedende arbeider.

#### a. Befaring.

Ved planlegging av større grøftearbeider er det mange ulike spørsmål å bedømme og å ta standpunkt til, bl.a. også hvorledes forundersøkelsene best skal legges an. Det første en gjør blir derfor, sammen med eieren eller brukeren av jorda, å foreta ei nøye befaring av jordstykket, eventuelt av hele eiendommen. Samtidig noteres alt av interesse vedrørende jorda, vatnet og de nærmeste omgivelser.

Om mulig bør befaringsforegå på laglig årstid, slik at symptomene på forsumpet jord er relativt lette å se. Helst bør en kunne gjøre sine observasjoner under snosmeltinga om våren også. Ellers er det om våren i tida for vårarbeidene at en særlig blir var ulempe ved for ra partier som derfor da er lette å lokalisere. Lenger ut på sommeren kan en nok få bedre støtte i vegetasjonens utseende og utvikling, men er det f.eks. delvis kornåker, kan dette være mindre heldig tid for oppmålings- og nivelleringsarbeider. Høstmånedene er godt brukbare, men etterat jorda er tilkrosset, får en ikke gjort noe effektivt.

#### b. Årsak og virkning.

At jorda er for rå, er det som regel ikke vanskelig å fastslå for en jordbruker. Men begrepet er og må være relativt under våre vekslende forhold og driftsformer. Av de lettest synlige virkninger vil en kunne lokalisere de områder som mest trenger grøfting. Men innen et og samme jordstykke vil det ofte være mellomtilstander som må undersøkes nærmere.

En interessert bruker vil kunne gi gode opplysninger som ikke bør neglisjeres, men den ansvarlige planlegger må i størst mulig utstrekning bygge på egne konklusjoner.

Som nevnt kan obse vasjoner under snøsmeltinga gi verdifulle opplysninger vedrørende overflatevatnet. Det renner av etter de lågeste partier. Dette er de naturlige vassveger. Ved uregelmessig grøfting må grøftene først og fremst legges her. Når en ellers vil praktisere prinsippet: delvis eller srittvis grøfting, blir det også å begynne med de lågest liggende partiene. Riktignok kan disse framgå av kartet når dette har stor nok målestokk, og høydekurvene er tegnet på grunnlag av nøyaktig nivellering. Men en stoler ikke alltid på at kartet og terrenget stemmer helt overens ved prosjektering av grøfter.

Når det gjelder åpen åker, vil jorda generelt holde seg mørkere i lengre tid på rå partier enn ellers, men dette merket er ikke helt pålitelig. Stiv leirjord som er løsharvet, kan vise seg jevnt lys og tørr i overflaten; men under ploglaget tett og temmelig vassmettet. Vatnet kommer ikke opp så fort som det fordunster, bl.a. fordi kapillarene er brutt. Ei mojord eller mjele ser under ulike opptørkingsperioder ofte fuktigere ut enn ei leirjord etter samme arbeidning. Dette fordi kapillariteten i de førstnevnte jordarter fører vatnet opp fortere enn det fordunster. Å bedømme grøftebehovet etter hvor fuktig jorda ser ut i overflaten, kan derfor på stykker med ujevn jord føre til noe feilaktig resultat. Graving av hull til grøftedjup er her det eneste riktige, men dette skal helst gjøres på ei tid med normalt høytstående grunnvatn. Derved vil en også kunne få et begrep om jordas gjennomtrengelighet for vatn. I lettere gjennomtrengelig jord eller i jord med permanente sprekker og ganger vil vatnet ganske fort renne ut i hullene, mens det i stiv og tett leirjord går meget langsomt.

I veksttida kan vegetasjonen gi visse holdpunkter, men, som kjent, er kulturplantene ikke like sensible. Visse grasarter i permanent eng kan være et relativt godt kriterium på rå jord, særlig når én eller flere av merkeplantene dominerer. Overveiende bestand av f.eks. solybunke, sumpvehale eller sivarter vil alltid være mistenkelig. Det samme gjelder enkelte ugrasarter i åker og eng. Men en må likevel huske på at vatn er bare en av de mange vekstfaktorer som bestemmer plantenes trivsel og utvikling. Ei plante som vassarv trives godt i rätt klima og i våte år, dvs. i vassfull jord, men ellers vokser den også meget frodig om jorda bare er næringsrik nok, f.eks. i jordbarfelter. Om ei eller flere av merkeplantene mangler, kan det ikke tas som bevis for at jorda er nok tørrlagt.

Av det ovenfor nevnte vil en forstå at forskjellige ytre merker må brukes med kritikk. Har en på grunnlag av disse funnet ut at jorda er



vassjuk i et visst omfang, så skulle behovet for grøfting dermed være klart. Men denne konklusjon bygger da bare på virkningen av for mye vatn i jorda, og planlegging på dette grunnlag kan bli nærmest planløs. Et viktig ledd i forarbeidene er å undersøke hvordan og i hvilken utstrekning jorda mest økonomisk og effektivt kan grøftes. Dette spørsmål kan best besvares ved å finne årsaken eller årsakene til det overflødige vatn.

Om betydningen av å "stille diagnose" før planlegginga, kan nevnes et eksempel fra Jylland. På et visst areal hadde en etter vanlig praksis (oppskrift) planlagt systematisk grøfting til beregnet kostnad av ca. 13 000 kroner. Dette ble imidlertid ikke utført. Derimot satte en igang boring for å finne årsaken til forsumpningen. På grunnlag av disse resultatene ble hele prosjektet omarbeidd og med tilfredsstillende resultat utført for ialt ca. 8000 kroner. Uten videre bør en altså ikke påstå at slike boringsarbeider blir for dyre i praksis.

Hva arbeidet dreier seg om og på hvilken måte en kan oppnå slike resultater, kan illustreres av følgende, nærmest tenkte eksempel (e. Martin Olsen, Hedeselskabet):

En eldre, større rørledning ender blindt i en grusbakke. I skråningen nedenfor er det leirjord, men den er for rå på grunn av vatnet fra

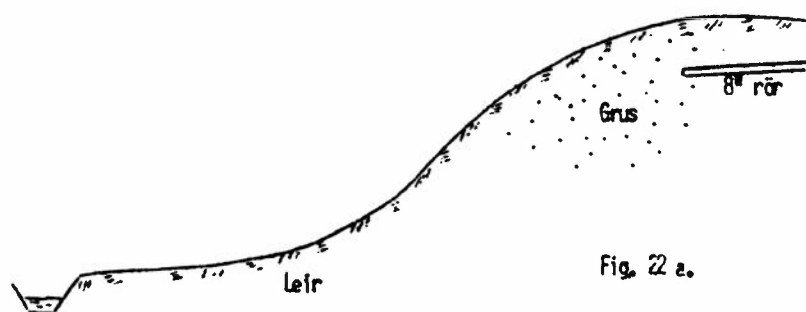


Fig. 22 a.

rørledningen ovenfor. Om en ikke finner årsaker til denne forsumpningen, ville en høyst sannsynlig grøfte som vist i fig. 22, b, idet arealet

nærmest er en trekant. Men etterat årsaken er klarlagt, kan en trolig greie seg like bra med bare en enkel ledning, som vist i fig. 22 c.

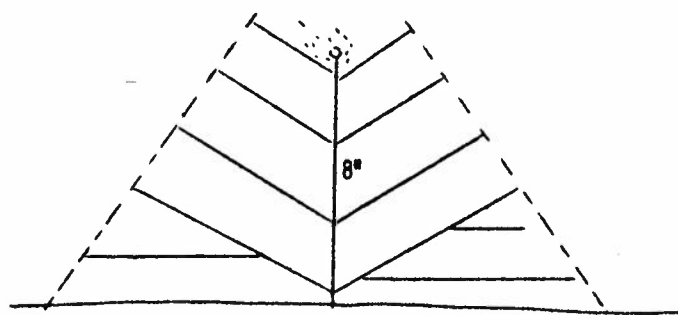


Fig. 22 b.

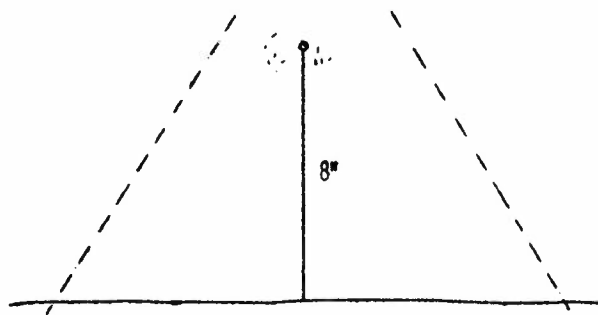


Fig. 22 c.

En viktig oppgave blir det å bestemme fordeling og form av de øvre jordlag, fordi karakteren av det skadelige vatn i mange tilfelle retter seg etter geologiske forhold. Om det øverste laget på 40-50 cm er sandblandet og lett gjennomtrengelig, men ligger på tett og bølget leirunderlag, bør en ved hjelp av boringer finne leirlagets overflateform. På grunnlag av systematiske observasjoner kan en så f.eks. konstruere nivåkurver som angir leirlagets form og variasjon. I første rekke må en her ved hjelp av grøftene tømme vatnet ut av bølgedaler og -skåler i leiroverflaten.

Til boringsarbeidet kan en hjelpe seg godt med et langt stikkbor. Men det kan være nødvendig å bore også atskillig under vanlig grøftedjup, og hertil trengs det solidere jordbor. Stolpebor kan også brukes om en vil studere jordprofilen i mindre djup. Som før nevnt, er det nyttig å grave opp hull til grøftedjup enkelte steder. Avstanden mellom borhullene må rettes etter variasjonen i jordlagene. Er denne tilsynelatende liten, får en først prøve seg fram med ganske stor avstand. Om det fins flere jordartstyper på feltet, bør en i alle tilfelle finne grensen mellom dem, for å kunne regulere grøfteintensiteten.

Borhullenes posisjon må videre noteres slik at de senere kan merkes av på kartet. Under boring og graving av hullene må en for øvrig merke seg alt som kan ha betydning for bestemmelse av laglig grøfteavstand, eller faktorer av betydning for grøftenes varighet (f.eks. jernutfelling).

Det som hittil er nevnt, gjelder særlig fastmarksjord. Men det tør være klart at når det gjelder myr, er slike undersøkelser også av stor betydning. Her er det spesielt om å gjøre så vidt mulig å bestemme avstanden til og formen av den faste botn, mineraljorda. Om myrddjupet ikke er over 2-3 m, skulle dette være et overkommelig arbeid.

Årsakene til skadelig vatn i jorda kan være flere. Noen eksempler nevnes.

Eks. 1. Stiv leirjord og brenntorvaktig myr kan være praktisk talt ugjennomtrengelig for vatn, særlig under ploglaget, når vassførende sjikt ikke fins. Det temporære grunnvatn spiller her en stor rolle. Det beveger seg mest bare i matjordlaget, men er ellers jevnt fordelt over hele arealet og betinger som regel systematisk grøfting. Noen bestemt relasjon mellom grøftedjup og -avstand er det sannsynligvis ikke. Relativt grunne grøfter ansees som mest effektive. Men det er viktig at ledninger legges gjennom selv små senkninger i terrenget.

Eks. 2. En kan ha et lett gjennomtrengelig sandlag oppå leira, men sandlaget er så grunt at ledningene blir liggende et stykke ned i leir-

laget. I hovedsaken gjelder de samme synspunkter som i eks. 1 nevnt.

Eks. 3. En forutsetter tett leir som vasstansende lag, men så tykt sandlag over at ledningene blir liggende et godt stykke over leir- laget. Her må en anta at det fortrinnsvis er permanent grunnvatn som sje- nerer, og at det mellom grøftedjup og -avstand kan være et visst avhengig- hetsforhold. Men i praksis blir det særlig grøfteavstanden som varierer etter vassmengde, gjennomtrengelighet m.v. Systematisk grøfting vil tro- lig være det alminnelige i de fleste tilfelle.

Eks. 4. Sandlaget kan ligge på bølget, men tett leire, fig. 23.

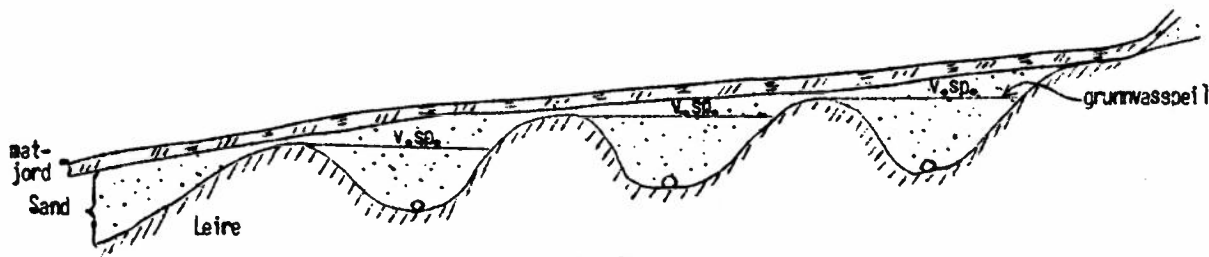


Fig. 23.

Leirryggene rekker somme steder opp under matjordlaget. Ved boring får en inntrykk av sterkt vekslende jord. Som før nevnt, bør en søke å finne hoveddragene i leirlagets overflateform. Det skadelige vatn skriver seg dels fra nedbøren på feltet, dels fra tilstrømning av over- flatevatn utenfra. Den øverste "bølgedal" fylles først, vatnet renner så over bølgetoppen til neste bølgedal osv. I slike tilfelle må en helst prøve seg fram, idet en først og fremst skjærer av eller fanger opp til- løpene utenfra, samt legger ledninger i bølgedalene. Derved blir en kvitt vassiget utover, og er bølgerykkene ikke for brede, kan det muligens greie seg med denne grøftinga.

Eks. 5. Sandlaget er vassførende og ligger på leire, men i skrån-

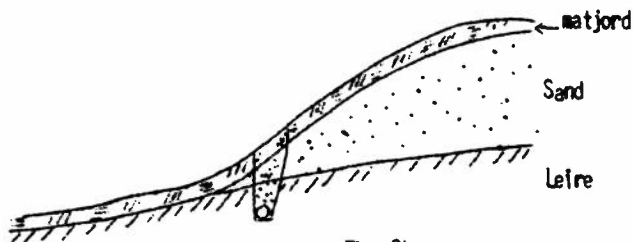


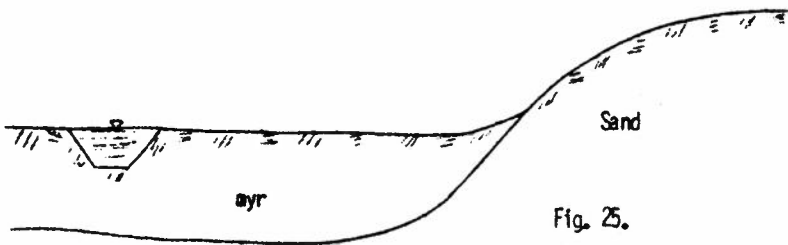
Fig. 24.

ningen kommer leira fram i dagen. Erfaringsmessig vet en at her har det lett for å bli rått. Vatnet kan komme fra større opp- landsareal, men så lenge sandlaget er tykt nok,

blir jorda ikke vassjuk. Vatnet kommer fram som større grunnsig eller mer konsentrert som oppkomme. Dersom det ikke skjæres av med en eller flere grøfter, blir arealet nedenfor også forsumpet. Dette er en form av trykk- vatn, men det egentlige trykkvatn får en når det vassførende sand- eller

gruslag er innesluttet mellom over- og underliggende leirlag.

Eks. 6. Avløpsforholdene er ikke i orden. Når vatnet i resipi-



enten eller i avløpskanalen står for høyt, er det som oftest lite hjelp i å grøfte for senkingsarbeid utført.

Men det kan være tilfelle da vassnivøet i elv eller sjø ikke kan senkes for jordbruksformål, nemlig når vassdraget er regulert av hensyn til kraftverker.

I så fall må en nytte de muligheter som gis. Vasstanden er ofte høyest utover våren og forsommeren, og dette er den kritiske

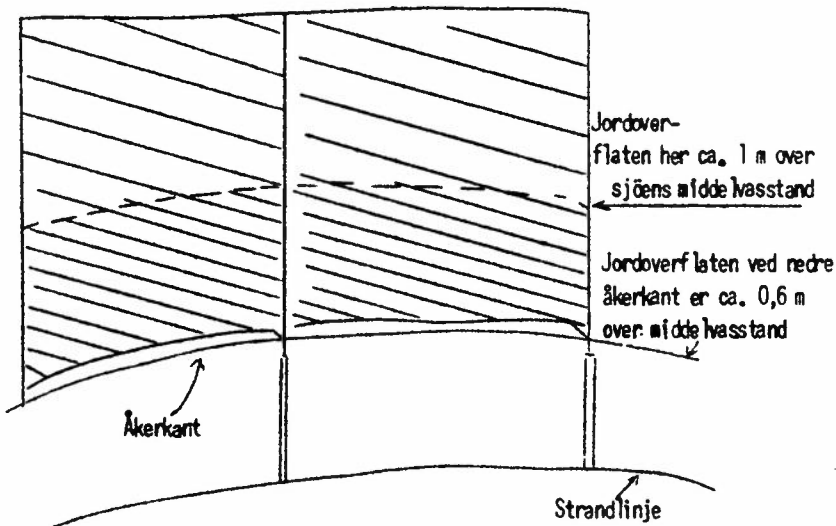


Fig. 26.

tid for vårarbeidene. For å påskynde rask og jevn opptørring, når vatnet eventuelt synker noe, har det vist seg heldig å bruke meget liten grøfteavstand på de mest utsatte stykkene, fig. 26. Selv om en får grøftene bare 40-50 cm djupe, kan jorda likevel bli brukbar.

Eks. 7. Overflatevatn kan særlig om våren og høsten være sjenerende av mange grunner (bl.a. utvasking, erosjon, ras, isbrann). I låge partier blir det ofte stående så lenge om våren at jorda her ikke blir bekvem før langt ut på sommeren. Særlig fra slike partier, men også ellers på tett og flat jord, må en søke å skaffe overflatevatnet direkte avløp. En bør ikke stole på at det før eller senere skal sige gjennom jorda og inn i eventuelle grøfteledninger.

### c. Oppmåling og nivellering.

Framgangsmåten ved den fullstendige metode gir ut på at en først legger grøftene inn på kartet, idet en bedømmer fallet etter høydekurvene. Derfor er det helt nødvendig å ha kart i hensiktsmessig målestokk, 1:1000 eller 1:2000. For større områder, 400-500 dekar og derover, blir kart i

målestokk 1:1000 likevel lite håndterlige og mindre praktiske. Men ellers er denne målestokken å foretrekke, særlig når en skal ha plass til detaljer og mange høydekurver i småkupert terreng. Ekvidistansen retter seg noe etter høydeforskjellenes størrelse og varierer fra 1 m til 0,25 m. I flatt terreng er det hensiktsmessig å tegne kurvene med liten ekvidistanse, f. eks. 0,25 m.

Om eiendommen er kartlagt fra før, kan det gå an å kopiere av det aktuelle jordstykke, om målestokken passer. Eldre nivellément, som ikke er utført spesielt med henblikk på grøfteprosjektering, bør en ikke stole for mye på. Som regel blir det å nivellere på nytt. Har en da hensiktsmessige instrumenter, blir det lite merarbeid om en også måler opp alt fra grunnen av.

Metoder og instrumenter for landmåling og nivellering forutsettes kjent. Til mindre arbeider kan en greie seg med enkel nivellerkikkert, målebånd og vinkelprisme. Men målemetodene er arbeidskrevende. En fylkesagronom blir som regel så belastet at det er nødvendig å bruke rasjonelle arbeidsmetoder. I dette tilfelle må metoden rette seg etter instrumentene som derfor bør være teodolitt eller tachymeter. Begge disse instrumenter har nivellerkikkert som er innrettet for lengdemåling, men teodolitten har dertil horisontalsirkel, og tachymetret har både horisontal- og vertikal-sirkel.

I jevnt, flatt terreng kan en greie seg med teodolitt, altså uten avlesing av høydevinkler. Men ellers er det nødvendig også å kunne lese av høydevinklen både ved lengdemåling og ved trigonometrisk høydemåling, nivellering.

Trigonometrisk høydemåling vil være nøyaktig nok når høydeforskjellen mellom oppstillingspunktene er relativt stor, og en bruker tachymetertabeller til hjelp ved regnearbeidet.

Men i flatt terreng bør en helst lese av høydeforskjellene direkte, som ved vanlig nivellering, idet en bruker horisontal siktelinje.

Under arbeidet må en huske på å måle inn og nivellere ett eller flere fastmerker, fikspunkter. Disse lages helst i jordfast stein eller bergknatter og hugges ut som en liten trekant eller helst sirkel. Noen bruker også bare et enkelt borhull i stein. Disse fastmerker og deres høyde legges inn på kartet og brukes som utgangspunkt ved senere nivelleringsarbeider, f. eks. ved kontroll av fallet på en nettopp nedlagt rørledning, før jorda måkes over igjen. Fastmerkene skal være så stabile at en kan finne dem igjen etter f. eks. 25-30 år.

Om det er bare et enkelt jordstykke, skifte, som skal måles opp, vil det ikke bli så mange detaljer å ta med. Men som holdepunkter ved utstikking av grøftesystemene, eller enkelte grøfter, er det nyttig å måle inn lys- og telefonstolper, samt hus eller enkeltstående trær, selv om det blir litt utenfor jordstykket. Videre tar en ned skiftegrenser, gjerder, åpne grøfter eller grøftemunninger, bergknatter, holmer, grenser mellom ulike jordarter, hull etter boring eller graving, eller linjer som jordobservasjonen er utført i. Hvert enkelt punkt får ved tachymetrering sitt nummer som sammen med alle observasjoner ved punktet føres inn i ei observasjonsbok, helst av lommeformat.

Får arealet tilløp noe sted, må dette måles inn og noteres: åpen eller lukket grøft, eventuelt rørledning av bestemt størrelse. Botnen i tilløpet nivelleres inn med det samme. Dessuten må en ha tak i tilløpets sannsynlige vassføring. Dette gjør en som oftest indirekte, idet en går ut fra arealet av tilgrensende nedbørområde.

Videre er det meget viktig å undersøke avløpsforholdene, særlig hvis de er vanskelige. Det kan f.eks. være nødvendig med utdyping for å få tilstrekkelig grøftedjup ellers. Derfor må en nivellere botnen og vassstanden i avløpsgrøfta eller kanalen. Det er imidlertid vasstanden litt før og under våronna som er målgivende. Det nytter ikke å legge grøftemunningene så djupt at de blir liggende under vatn i avløpsgrøfta langt ut over forsommeren. Om denne vasstanden ikke kan nivelleres inn direkte, bør en nytte mulige merker som vatnet har satt på vegetasjon, stein, bruer og grøftekanter. Videre bør en også vite litt om høyeste vasstand under f.eks. vårflommen.

Når en skal bedømme om avløpsgrøfta er djup nok, må en gå ut fra de lågeste partier i terrenget, partier som det er om å gjøre å få godt og jevnt tørrlagt. Her antas et visst grøftedjup, og en regner videre med det absolutte fall i sidegrøft herfra til samleledning, samt det absolutte fall i samleledningen fra koplingsstedet og til grøftemunningen. En må da anta omtrentlige lengder på disse grøftene. Dessuten vil en gjerne ha grøftemunningen 25-30 cm eller mer opp fra botnen i avløpskanalen.

Eksempel, terrengpunkt

(x)

Terrenghøyde		54,50 m
Grøftedjup	80 cm	
Fall i sidegrøft, 3 o/oo, 100 m	30 "	
Fall i samlegrøft, 2 o/oo, 50 m	10 "	
Munning → botn	30 "	<u>1,50 "</u>
Nødvendig botnhøyde i avløpskanalen ved grøfte-		
	munningen	<u>53,00 m</u>

Om avløpet er for grunt, og det blir relativt dyrt med utdyping, får en slå av på kravet til fullstendig grøftedjup i de lågeste partiene. Dette går an når disse partier er relativt små og begrenset. Virkningen av for lite grøftedjup kan til en viss grad motvirkes ved tilsvarende mindre grøfteavstand. Dette er praktisert med godt resultat i Sverige. Dessuten er det viktig å huske på rask bortledning av overflatevatn, som ellers vil kunne samle seg her.

## 2. Planløsningen.

### a. Forskjellige spørsmål.

Etter det forberedende markarbeid, og på grunnlag av det, følger utarbeiding av selve grøfteplanen. Det viktigste arbeid her er plasering av grøftene i terrenget med eventuell samling i grøftesystemer og innbyrdes tilpassing av disse. Dessuten forlanges beskrivelse av arbeidet med beregning av materialbehov og kostnad.

Konstruksjon av kartet med høydekurver er det første skritt. Opp-trekking av grenser og kurver med tusj er også nødvendig før den egentlige prosjektering tar til. Ellers er det flere spørsmål som melder seg og som en må ta standpunkt til.

Bruken av åpne grøfter er, som før nevnt, ganske begrenset nå og går mer og mer tilbake. Men det gis likevel tilfelle hvor de forsvarer sin plass. Dette vil en for det meste kunne ta standpunkt til under markarbeidet. Ved grøfting av lågere liggende myr eller fastmarksjord kan det være nødvendig med åpne avskjæringsgrøfter etter en eller flere ytterkanter. Dette for å kunne ta tilsig av overflatevatn eller grunnvatn fra siden. Ellers er det vanlig bare avløpsgrøftene som står åpne i fastmarksjord, men i løs myr kan det for øvrig også være tilfelle med andre grøfter.

Spørsmålet systematisk - eller uregelmessig grøfting vil i mange tilfelle være relativt lett å avgjøre.

Prinsippet ved systematisk grøfting er jo at grøftene mest mulig legges parallelle i et system og at hele arealet grøftes på denne måten. Men selv om en av og til ikke konsekvent følger reglen om parallellitet, må det likevel kunne kalles systematisk grøfting når hele arealet dekkes. På myrjord, leir- og mjelesletter kan vi regne at systematisk grøfting som regel er nødvendig, likeså i andre tilfelle når nedbør, terreng, beliggenhet og jordas permeabilitet betinger det.

Likevel kan det hende at en blir i tvil om hvorvidt det er behov for systematisk grøfting helt ut eller ikke. For å unngå å legge ned mer

kapital enn høyst nødvendig, har en i slike tilfelle, f.eks. i Sverige, praktisert framgangsmåten med skrittvis gjennomføring av prosjektet. Dette betyr at en i første omgang graver sanlegrøftene, samt enkelte sidegrøfter gjennom utpreget våte og låge partier. Samlegrøftene legger en fortrinnsvis gjennom de lågeste og råeste stedene. Rørene legges ned og grøftene fylles igjen på vanlig måte. Deretter venter en noen tid for å se resultatet av dette, før en eventuelt gjør noe mer. Bli det framdeles for rå partier, graver en senere flere sidegrøfter etter behovet. Det er å merke at ved slik skrittvis grøfting må samleledningene dimensjoneres som om alt sammen skulle grøftes med en gang. Derved blir det ingen vanskelighet med ledningens kapasitet når en eventuelt senere knytter til flere sidegrøfter.

I de tilfelle en søker om statsbidrag til grøfting, er det mulig at det er vanskelig å praktisere denne framgangsmåten hos oss. Men den grenser ellers inn på det en kaller uregelmessig grøfting. Dette er delvis grøfting, som sikkert er kjent og praktisert over store deler av landet. I kupert terreng med hauger og daldrag i mange retninger, er det vanskelig å plasere regelmessige systemer. Heller ikke er det behov for grøfting over alt her fordi jorda som oftest bare flekkvis er for rå. På stykker med vekslende jord, og særlig i innlandstraktene, er det mer sjelden nødvendig å grøfte oppå haugene. Hovedgrøftene blir å betrakte som sanlegrofter, og de legges i de lågeste og største daldrag. Til disse koples så sidegrøfter (stikkgrøfter) fra mindre dalsøkk, fra grunnvassig her og der, eller fra oppkommer. Disse samlegrøftene vil temporært kunne få store vassmengder å lede bort. Derfor bør en være forsiktig med å velge rørdimensjonen på slump. Både overflatevatn og grunnvatn vil naturlig strømme mot smådalene. Utgangspunktet ved dimensjonering må derfor være det nedbørareal som grenser til grøfta. Dessuten må en også ta hensyn til eventuelt overflatevatn (flomvatn) som tas direkte inn i ledningen fra selve stykket eller fra områder utenom.

Spørsmålet tverrgrøfting eller langsgrofting vil stort sett bli bestemt av fallforholdene. Som tidligere nevnt, vil en så vidt mulig ha tverrgrøfting, men er terrengefallet så lite som 5 o/oo eller mindre, passer det bedre med langsgrofting.

Om fordelene ved tverrgrøfting kan en resymere følgende:

1. Bedre virkning. Både jordvatnet og overvatnet avskjæres og oppfanges bedre og raskere. Jorda tørker forttere og jevnere ut i overflaten.
2. Samleledningen får bedre fall enn sideledningene. Derfor blir vasshastigheten i samleren større, og dette gir mindre risiko for gjenslamming.



3. Grøftinga blir billigere av 2 grunner:

a) Samleren får godt fall, og dette betinger igjen mindre og billigere rørdimensjon, under ellers like forhold.

b) På grunn av større effektivitet kan en bruke større grøfteavstand og muligens mindre djup.

Når grøftene legges inn på kartet, beregner en fallet ut fra høydekurvene. Derved har en forutsatt at grøftebotnen får samme fall som terrenget. Imidlertid vil en skrånende jordflate sjelden være et fullstendig skråplan. Det kan være mindre bakker, rygger, søkk og andre uregelmessigheter, men av praktiske grunner vil en trekke sidegrøftene parallelle over dette ved tverrgrøfting. Enkelte grøfter kan en til og med måtte grave fall i, når regelen om parallellitet konsekvent skal overholdes innen systemet. Derfor kan det være nødvendig å nivellere og flise opp de sidegrøfter som blir liggende slik til at grøftedjupet blir meget vekslende. Er jorda så rå at en får vatn til å stå eller renne i grøfta, kan dette også være en god rettesnor for en øvd og påpasselig grøftegraver.

Når en praktiserer langsgrofting ved små terrengfall, er det særlig fordi en kan unngå å grave fall i sidegrøftene. Men etter det som tidligere er nevnt om minste fall i grøftene, vil en forstå at ved riktig små terrengfall, må en grave fall både i sidegrøfter og i samler. Til orientering om grøftelengde og grøftedjup bør en i slike tilfelle tegne opp lengdeprofil av enkelte sidegrøfter, og i særdeleshet av samlegrofta. Disse lengdeprofiler tegnes i samme lengdemålestokk som kartets målestokk, men i høydemålestokken 1:100 eller 1:50.

For øvrig kan det godt hende at både tverrgrøfting og langsgrofting må brukes side om side på samme jordstykke eller i samme grøftesystem (fig. 27).

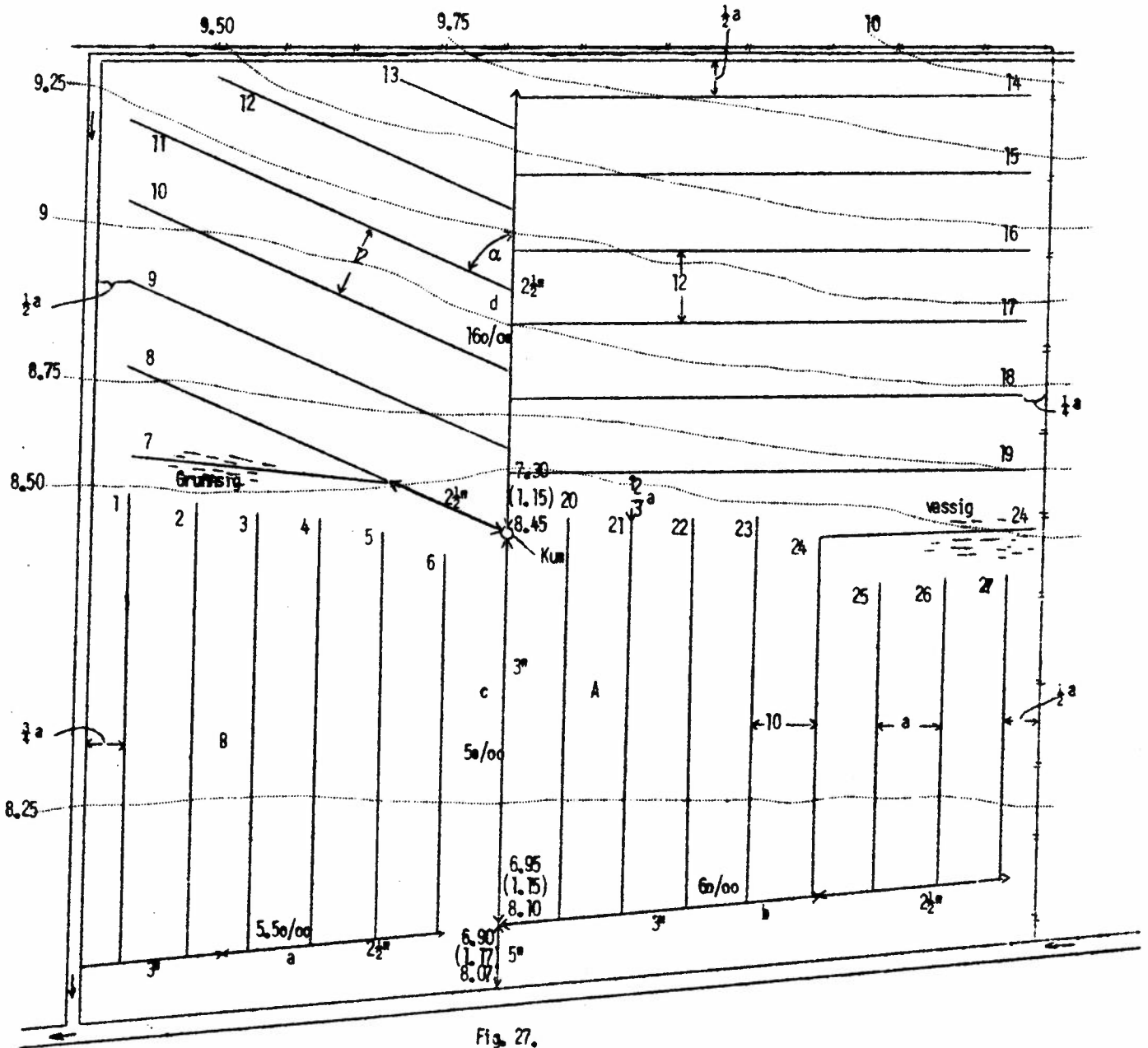


Fig. 27.

Grøftesystemenes størrelse og utforming kan variere mye etter terrenget, jordstykkets form og størrelse, etter jordarten eller spesielle forhold ved jordbunnen samt også etter grøfteslag og gravemetode.

En grøftemunning er et svakt, men viktig punkt. Derfor vil en ha så få av dem som mulig. Dette framgår også av fig. 27. De har lett for å bli stoppet til, fryse sund eller ulages på forskjellig vis. Dessuten blir de ikke så helt billige, når de skal utføres solide. De krever videre årlig tilsyn og renhold. Hensynet til lite antall grøftemunnings taler for å bruke så store systemer som fall og grøftelengde tillater.

Blir rørdimensjonene derved særlig store og dyre, er det et beregnings-spørsmål, om det lønner seg å dele vassføringa på f.eks. 2 systemer og 2 samleledninger. En ulempe ved store systemer er at forstyrrelse i den nedre delen av samleledningen kan få uheldige konsekvenser for stort areal.

Av fig. 27 vil en se at selv om grøftene ligger slik at de kunne settes direkte ut i avløpskanalen, så blir ikke dette gjort. Det ville gi for mange grøftemunninger. I stedet legges samlegrøft (a, b, fig. 27) parallelt med kanalen.

Når samlegrøfta går vinkelrett mot kanalen, bør munningen vrides litt med strømmen slik at vatnet ikke bremses ved høy vasstand i avløpet.

Grøftemunningene lages vanlig av trelur eller sementrør. De må ikke rake så langt ut i kanalskråningen at de hindrer vasstrømmen ved flom, men heller ikke trekkes så langt inn at små ras i skråningen kan stoppe dem igjen. Dels har en også brukt noe slags gitter foran munningene. Men nytten av det er tvilsom. Derfor sløyfes det mer og mer nå.

Grøftemunning av tre lages som en 1,5 - 2,0 m lang trelur. Er jorda løs, bør en legge tverrslå under, samt holde luren på plass ved peler på hver side. Munning av sementrør lages av 2 stk. mufferer, som skjøtes og tettes med sementmørtel. For å hindre at munningen synker ytterst legges en litt større stein under her. Det ville også være heldig om en i selve skråningen kunne legge steinplastring om munningen.

Grøftemunningen bør ligge ca. 15 cm over vegetasjonstidas middolvasstand.

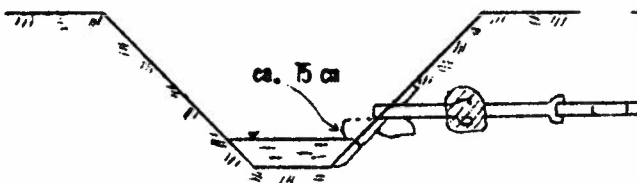


Fig. 28. Munning av sementrør.

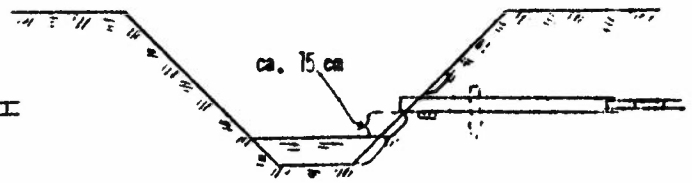


Fig. 29. Munning av trelur.

Når en således skal ha så få grøftemunninger som mulig, fører det til at en får mange grøftekryss, sammenkopling av sidegrøft og samler. For hvert kryss blir det noen meter dobbeltgrøfting, mer jo spissere vinklen er mellom sidegrøft og samler (vinkel  $\alpha$ , fig. 27). Pr. arealenhet får en mer dobbeltgrøfting jo kortere sidegrøftene er, fordi dette gir flere grøftekryss. Men prinsippet ved planløsningen bør som regel være å få så lite dobbeltgrøfting som mulig, spesielt av hensyn til kostnaden. Av den grunn vil en gjerne ha lange sidegrøfter.

Sidegrøftenes lengde kan under gunstige vilkår være opp til 200-250 m i fastmark, men antakelig ikke nevneverdig over 150 m i myr. Dette gjelder særlig for rørgrøfter og grøfter med trelurer. Men lengda av disse og andre grøftetyper må for øvrig rette seg etter hvor utsatt de i hvert enkelt tilfelle er for å komme i ulage. Andre grøftetyper, f.eks. stein-grøfter, brukes ellers ofte under forhold hvor terrenget og jordstykkets form og størrelse mer begrenser lengda, slik at grensetall for den er lite aktuelle. Lange sidegrøfter gir få grøftekryss og relativt kort samleledning pr. arealenhet. Særlig ved noe større rørdimensjoner blir samlegrøfta betydelig dyrere pr. m enn sidegrøftene. Generelt vil derfor lange sidegrøfter og korte samlegrøfter bidra til å senke grøftekostnaden pr. arealenhet.

Men jo lengre sidegrøftene er, desto større blir risikoen for gjenslamming. Iallfall må fallet være bra og arbeidet godt utført. Er fallet lite eller ujevnt, bør en bruke kortere sidegrøfter og i det hele mindre systemer. Det samme gjelder i jord som lett renner inn i ledningene (kvikksand, kvikkleir, mjelle). Her kan grøftelengde på 150 m antakelig være nok. I myr med usikker botn vil en foretrekke relativt korte grøfter og små systemer. Enda mer gjelder dette når myra, eller annen jord, inneholder mye jern- eller svovelforbindelser.

Vinkelen ved grøftekryssene bør være omkring 60-70°, særlig når sideledningene koples inn i siden av samlerørene. Med bortimot rette eller også stumpe vinkler i dette tilfelle vil en få unødig stor strømningsmotstand og hvirveldannelse med hastighetstap ved koplingssteiet. Ved for spiss vinkel er det vanskelig å få til god skjøt. Kan en derimot bruke overkopling, dvs. sideledningen koples inn på oversiden av samlerørene, har vinkelen mindre betydning. Men rett vinkel gir iallfall minste dobbeltgrøfting, under ellers like vilkår. Det er for øvrig ikke påkrevd at hele grøfta ligger med passe vinkel, når en bare dreier nedre enden slik at vinkelen blir gunstig ved innmunningsstedet. Ved små fall er det imidlertid lite heldig å lage skarpe knekk nederst i sideledningene. Dette medfører nemlig relativt stor ekstra strømningsmotstand. Om det trengs, bør en derfor helst lage jevn sving fordelt på flere rørlengder. Men dette gir ganske mye merarbeid med tilhugging og tilpassing av rørene i svingen.

Systemtypen kalles ensidig (kamsystem) eller tosidig (fiskebein-system), ettersom sidegrøftene settes inn fra den ene eller fra begge sider. For å få lite dobbeltgrøfting bør en helst bruke ensidig system. Dette er lettest å få til i jevnt skrånende terreng, når samlegrøfta kan legges ut

over fallet etter den ene kanten av flaten. Tosidig system gir mest dobbeltgrøfting pr. m grøft og skulle således helst unngås. Men det gis tilfelle hvor denne intensiverte tørrlegging omkring samlegrøfta er nødvendig, og hvor en således med hensikt vil planlegge fiskebeinsystem.

I lupert terreng vil en som oftest måtte legge samlegrøftene i de lågeste daldragene. Dette er også nærmest et ufravikelig prinsipp når en vil praktisere metoden med skrittvis grøfting, fordi jorda oftest er for rå her. Ofte er jordarten i senkingene tettere og dermed mindre gjennomtrengelig enn oppå høydene. Dessuten har både overvatn og grunnvatn tendens til å trekke seg mot lågere partier. Av denne grunn kan det bli relativt mye vatn å fjerne her og derfor behov for sterkere grøfting. Det er da vel begrunnet å legge samleledningen etter daldraget, eller gjennom senkningen, og så kople til grøfter fra begge sider.

Samme prinsipp tilpasses også i lågere partier hvor grøftinga må intensiveres, en må bruke ganske liten grøfteavstand, på grunn av f.eks. utilstrekkelig djup.

Ved bruk av tosidig system kan en ikke kople grøft fra begge sider inn på samme teglørrelengde, men grøfta på den ene side koples til minst en rørrelengde, ca. 30 cm, fra grøfta på den andre siden.

Når dalsidene har større helling, er det mindre heldig å legge samlegrøfta midt etter daldraget når dette er 2-3 grøfteavstander bredt. Her ville en da få lite fall i den nederste ende av sidegrøftene. Derfor er det bedre å legge ei samlegrøft på hver side av dalferet med ensidig tilkopling av sidegrøftene. Midt etter daldraget legges så ei vanlig sidegrøft, fig. 30, om det er nødvendig.

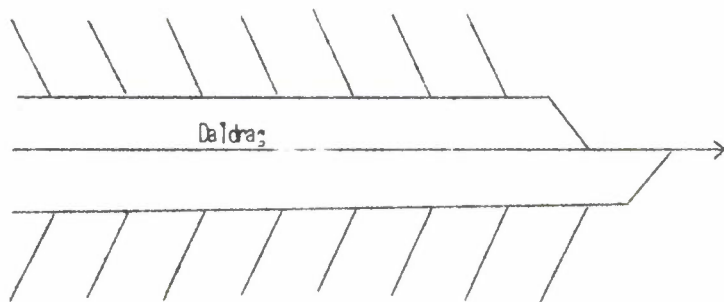


Fig. 30.

Er det mye overflatevatn i slike daldrag, må en ordne med inntak for dette (grusfilter, brønner) slik at overvatnet ikke selv graver seg ned gjennom den løse grøftefylla og slammer til ledningene.

Av og til kan samleledningene bli liggende i relativt stort djup, f.eks. 1,5-2,0 m. Dette er tilfelle når det er hensiktsmessig å grave dem

gjennom bakker og rygger istedenfor lengre strekning utenom disse. Men her blir det tungvint å få koplet til sideledninger. Derfor knyttes disse til en sekundær samler i vanlig grøftedjup og parallelt med hovedsamleren. Utenfor bakken føres vatnet så inn i hovedsamleren. Bildet av systemet blir omtrent som i fig. 30, når grøfta etter midten antas å være hovedsamleren.

Våte flekker p.g.a. grunnvassig må skjæres av med ei grøft tvers over fallet i overkanten av flekken. Er det mye vatn, kan det være heldig med grusfilter om rørledningen. Det kan også være at ei enkelt grøft er for lite. I så fall kan en f.eks. legge ei grøft tvers igjennom og på den bygge et lite tosidig system. Dette blir samme frangangsmåten som ved utgrøfting av oppkommer, vassårer, idet grøfta da legges tvers i gjennom oppkommet. For øvrig er det ikke så sjelden at rå flekker skriver seg fra vatn som følger berggrygger. En må da grave så langt opp at avskjæringsgrøfta blir djup nok, når den graves helt ned på fjellet.

Trær og busker bør en helst ha litt på avstand, iallfall fra samlegrøftene. Dersom en skal plasere samleledning parallelt med og like ved allé, bør grøfta trekkes 15-25 m innpå stykket. Sidegrøftene nærmest alléen legges slik at eventuell tilstopping ikke får uheldige konsekvenser for større jordareal. Alle lauvtrær har dog ikke like vidtvoksende rotter. Salix er verst, deretter kommer f.eks. poppel, lønn, or. Frukttrær byr ikke på særlig fare. I frukthager legges grøftene mellom trerekkene (eller omvendt). Ved allé kan grøftene legges som fig. 31 viser:

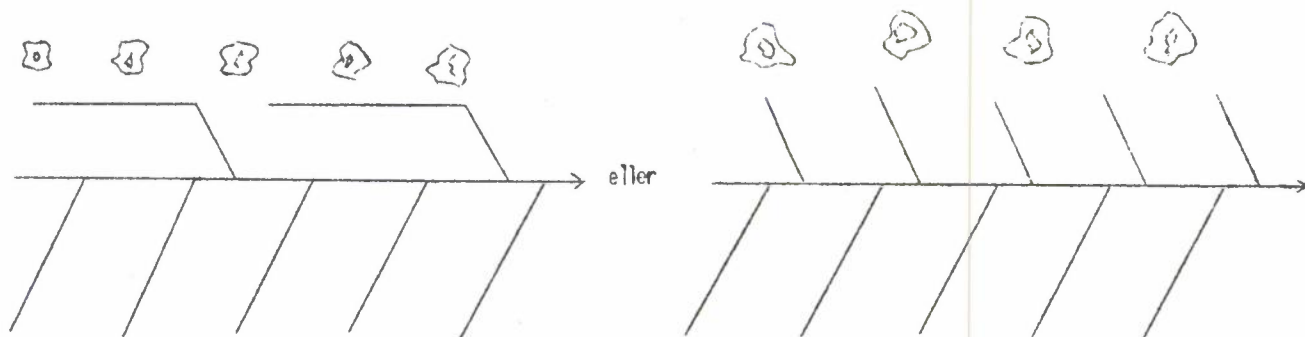


Fig. 31.

Ved bruk av grøftenlog må en ta spesielle hensyn ved systemenes utforming. En vil ha så lange drag som mulig uten at ploget må loftes eller kjøres opp av grøfta. Men dette hensyn må vike dersom fallet er meget lite. Det er da viktig å nytte beste terrengfallet i sidegrøftene, og deres lengde bør ved svake fall ikke overstige 100 m. Av denne grunn kan det være nødvendig å legge flere samleledninger ved maskingraving enn ved håndgraving

for å få relativt korte sideledninger. Men derfor behøver det ikke å bli mer oppkjøring og smuing av grøfteplogen.

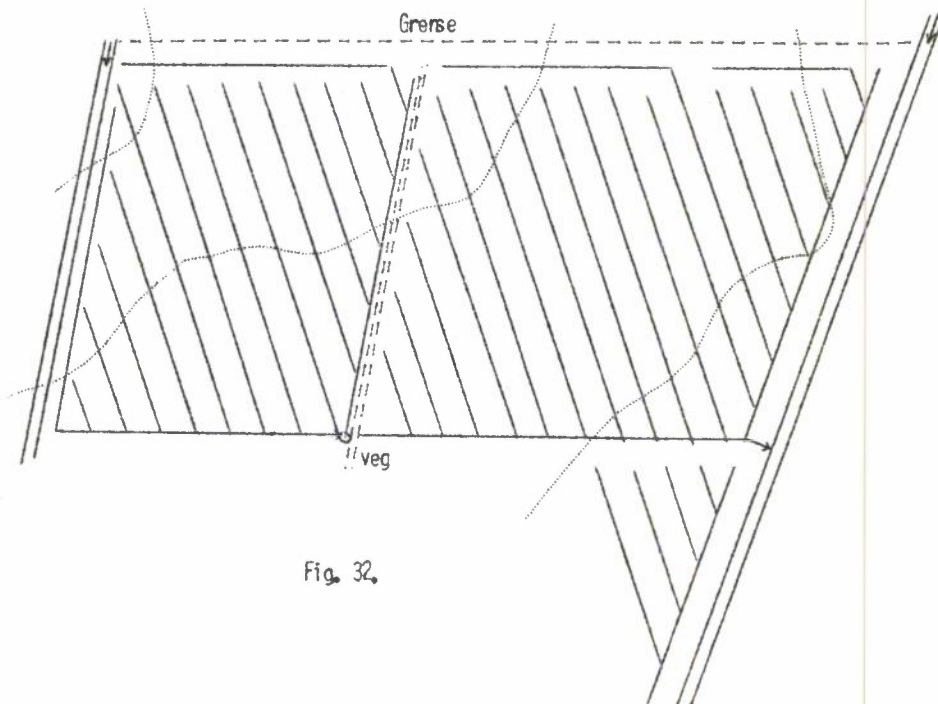


Fig. 32.

Sidegrøftene i systemer som ligger inn til hverandre, planlegges slik at de ligger i samme rette linje, fig. 32. Samlegrøftene graves og fylles igjen før en begynner med sidegrøftene. Grøfteplogen kjøres da over samlegrøftene fra det ene system til det andre uten å tas opp, men en må være forsiktig når en kommer ned til samleledningene. Plogen løftes opp litt her.

Grøfteplogen må kjøres helt opp av grøfta for den kan snues. Til oppkjøring og smuing trengs 12-15 m bred teig. For mest mulig å unngå håndgraving ved ytterkantene, når en ikke kommer helt ut, kjøres opp ei grøft parallelt med kanten, mellom den og grøfteendene, se fig. 32. (Ellers vises til: "Handledning i använding av täckdikesplogar". Meddelande nr. 209, Jordbrukstelmiska institutet, Ultuna, Uppsala).

Av fig. 32 vil en også se at sideledninger ikke bør legges under veger. Telen er jo uberegnelig her, særlig når vegen er trafikert om vinteren. Grøftene knyttes derfor til en samleledning som legges parallelt med og like ved siden av vegen. Den føres gjennom (under) vegen på høvelig plass. Under veger med tyngre trafikk kan det være nødvendig å legge sterkere rør, mufferrør f.eks. Ellers vil en av forsiktighetshensyn helst ha inspeksjons- eller slambønn på hver side av vegen. Denne plasseres i veggrøfta og tjener samtidig som inntak for flomvatn herfra.

Senere grafting av tilgrensende jordstykke bør en ta hensyn til ved planløsningen, når det passer å bruke tosidig system og felles samleledning. Denne legges i så fall i eller ved skiftegrensa og dimensjoneres etter det aktuelle areal. Bruker en grenrør for tilkopling av sideledninger, kan disse likeså godt legges på plass med en gang. Koplingsstedet må da for sikkerhets skyld merkes av med plugg i grøftekanten. Ellers er det ikke noe i veien for senere å ta opp igjen ei rørlengde for å hugge koplingshull i den. Men en må være forsiktig når det er vatn i rørene eller i den nye sidegrøfta. Eventuelt får en legge inn et annet rør av samme dimensjon mens koplingsarbeidet pågår.

For tilpasning av systemene innbyrdes har en også noen regler å gå etter. Avstanden mellom to parallelle samlegrøfter, eller mellom samlegrøft og sidegrøft, som går parallelt, kan være vanlig grøfteavstand. Det samme gjelder om avstanden mellom side- eller samlegrøft som går parallelt med større avløpsgrøft. Men mellom lukket grøft og mindre åpen avskjærings- eller flomgrøft bør det være mindre avstand, som tas skjønnsmessig, f.eks.  $\frac{2}{3} a$ , når vanlig grøfteavstand betegnes med  $a$ .

Ved endene kan en regne at grøftene virker  $\frac{1}{4} a$  utenfor forlengelsen. Når grøftene i et system går mest normalt på grøftene i nabosystemet (b-c fig. 27), kan avstanden være  $\frac{2}{3} - \frac{3}{4} a$ , alt etter jordarten og terrenget. Ved vasshille, høyderygger, kan grøftene i nabosystemer ha omtrent samme retning i terrenget, f.eks. øst-vest. Mellom grøfteendene på høyderyggen kan avstanden da være  $\frac{1}{2} a$  eller større, om ryggen er skarp. Men når grøftene i slike systemer danner en viss vinkel med hverandre, kan det være heldig om grøfteendene går litt om hverandre. Dette særlig for å skjære av eventuell vasstrøm i matjordlaget.

Lukke grøfter som går parallelt med stykkets yttergrense, kan legges i avstanden  $\frac{1}{2} a$  fra den når det ikke er åpen flomgrøft der. Avstanden mellom yttergrense og grøfteender bør generelt være omkring  $\frac{1}{4} a$ . Men det kan ellers være mange lokale forhold som spiller inn her. Er det f.eks. nordskråning og dertil mest stadig skygge, bør grøftene føres helt opp til grensa eller til eventuell avskjæringsgrøft der. Erfaring viser nemlig at det er særlig vanskelig å få vendeteigene tørre nok på slike steder.

Betydningen av at overflatevatnet, flomvatnet, ledes bort med en gang, er tidligere nevnt flere ganger. Her kan det bli tale om flere innretninger.

Slambrenn, klarekum, er det mest effektive og kan samtidig tjene flere andre formål, men er likevel ofte mindre velsett p.g.a. at den kan



være i veien for redskaper. Dette siste moment må i hvert tilfelle veies mot de andre hensyn som taler for plassering av kum. Regelmessig tilsyn og renhold er imidlertid en betingelse for god funksjon.

Slambrønn er ellers aktuell i følgende tilfelle:

1. Hvor det passer å kople sammen flere samleledninger. Derved slipper en å hugge hull på de grove rørene, hva enten det er teglrør eller sementrør.

2. Ved sterk retningsendring i store samlere.

3. Hvor sterkt fall går over i svakt, eller hvor en fra tverrgrøfting går over til langsgrøfting (fig. 27).

4. Hvor lite fall og uheldige forhold ved jordbunnen gjør det ønskelig å kunne ha kontroll med vassføringa fra ledningene. Så vidt mulig bør en søke å plasere slambrønnen ved gjerde, skiftegrense eller veg.

Slambrønn lages lettest av sementrør. Skal de kunne renses opp, må diameteren være minst 30 cm (12"). Likevel må en bruke spesiell øse eller jernkopp, festet til et passe langt skaft for rensarbeidet. For øvrig må størrelsen rette seg etter hensikten med brønnen. Til observasjonsbrønn kan 15" sementrør i mange tilfelle være hovelig dimensjon. Men er det stor vassføring og dertil mye slam eller jernutfelling, bør diameteren være 60-80 cm.

Sementrør, mufferrør, er et praktisk materiale å lage slike brønner av, trolig også det eneste brukbare for mindre dimensjoner, 12"-15". Men sementrør med 60-80 cm diameter blir dyre. Andre materialer kan godt brukes, om det er hensiktsmessig: stein, teglstein eller tre, planker. Av hensyn til jordtrykket bør disse steinbrønner helst være runde. Trebrønner kan lages rektangulære eller kvadratiske, 60-80 cm i kvadrat. Plankene bør impregneres. Større betongbrønner kan også støpes på plassen, men blir sannsynligvis ikke billigere enn å kjøpe ferdige sementrør.

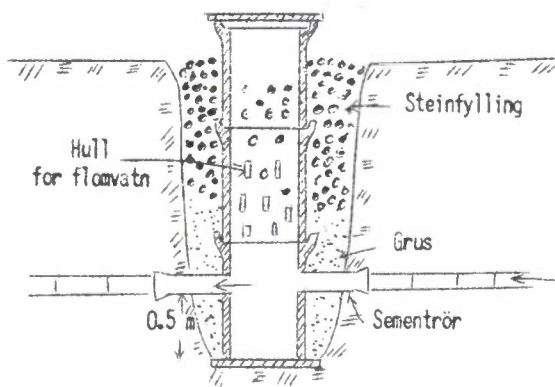


Fig. 33. Slambrønn.

En slambrønn kan se ut som fig. 33 viser. Den må stå helt sikkert. Er botnen løs, kan en f.eks. legge under en plankelam, steinheller, betongplate o.likn. Hullene som hugges ut i siden skal slippe overflatevatnet inn. Det samlede areal av dem bør være 3-4 ganger så stort som utgående rørlednings tverrsnitt. Rundt brønnen fylles med grus nederst til litt over rørledningen. Siden fylles videre med småstein opp til overflaten, ca. 25-30 cm tykt steinhylster om brønnen. Slamrommet bør være 40-50 cm djupt, dvs. utgående ledning bør ligge så høyt over botnen i brønnen. Dersom fallet i hele samleledningen er lite, kan både innløps- og utløpsrør ligge i samme botnlinje. Men har en rikelig fall, kan det være heldig om utløpsrøret ligger noe lågere enn innløpsrøret. Dersom innkommende ledning har sterkt fall og dermed stor vasshastighet, kan det bli tale om å sette over en tverrvegg for å få roligere vatn ved utløpet. Dette passer best i noe større eller i rektangulær kum.

Over brønnen legges solid lokk av planker eller helst av jernbetong. Som mindre lokk kan en steinhelle være brukbar.

Når en må forutsette at brønnen skal renskes opp minst én gang om året, bør den helst rekke litt over jorda, for å være lett synlig og lett å komme til.

Ellers kan den også være så kort at lokket blir liggende litt under plogdjup, om dette er praktisk for maskinbruken, og om det ikke er nevneverdig flomvatn som skal nedi. Stedet må da angis i forhold til fastmerker og måles inn fra disse. Eller en kan fylle bare grus over lokket. Slike grusflekker vil være lette å finne igjen, når de holdes vedlike gjennom årene.

Når vatn fra åpen avskjæringsgrøft må skaffes avløp gjennom lukket system, rørgroft, kan inntaket ordnes gjennom brønn, som settes i avskjæringsgrøfta. I brønnringene hugges tilstrekkelig mange hull, og utenfor legges rikelig med grus og småstein som filter.

Om det dreier seg om mindre vassmengder, som fra åpen gröft skal inn i rørgroft, kan det også greie seg med billigere innretning, nemlig s.k. steinsil, fig. 34.

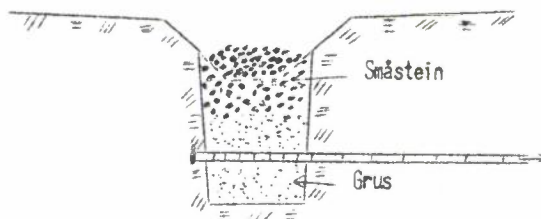


Fig. 34. Steinsil.

Som en ser, forutsettes rørledningen så vidt å skulle krysse den åpne grofta. Under og en del over rørene legges skarp grus, mest mulig fri for finsand og slam. Dersom jorda omkring gropa har tendens til å ville flytte inn i rørledninger, anbefales det å kle gropsidene med granbar, før grus og stein fylles i. Over grusen legges småstein. I rørledningen gjelder det å skaffe tilstrekkelig innløpsåpninger for vatnet. I Finland fabrikeres f.eks. spesielle silrør til bruk i slike tilfelle. Men i mangel av det kan en hugge hull på teglrørene eller også dele hvert rør i to lengder. Derved får en dobbelt så mange rørskjøter. Større hull må dog først dekkes noe med småstein eller rørbiter.

På flat mark med tett jord kan det være heldig å ha lokale partier i grøftene hvor overvatnet relativt lett kan trenge ned. Dette kan besørges ved hjelp av s.k. grusfiltre. De anbringes først og fremst i mindre søkk, men har en billig grus, er det bare gunstig om de kan fordeles jevnt over feltet.

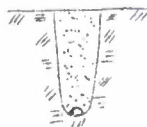
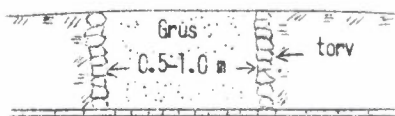


Fig. 35. Grusfilter.

Fig. 35 viser en type av grusfilter. Grofta fylles helt med skarp, ren grus i 0,5-1,0 m lengde. For å minske grusbehovet kan filtret avgrensnes med torv eller bordstubb, som trekkes opp etterpå. Ellers fyller en i grus slik at filtrets lengde i dagen blir 0,5-1,0 m. Matjord og grus vil etterhvert blandes i overste sjiktet. Skal en beholde den gode gjennomtrengelighet her, må gruslaget derfor holdes vedlike senere.

Videre skal nevnes en annen type brønner, som bl.a. brukes noe i Sverige. Dette er s.k. koplingsbrønner. De brukes ved sammenkopling av større samleledninger eller i lukte avløpsgrøfter, når en ikke finner det nødvendig med vanlig slambrenn.

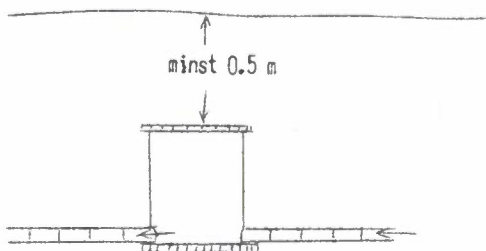


Fig. 36. Koplingsbrønn.

Som en ser av fig. 36, er det meningen at den ikke skal sjenere bruken av jorda. Heller ikke er det slamfang. Den er derfor ikke beregnet på å skulle trenge noe tilsyn eller renhold. Botnplaten kan være plankelem eller betongplate, helst med utstøpt, formet renne for vatnet. Ellers kan brønnen lages av et enkelt sementrør med 50-60 cm diameter. Solid betonglokk er nødvendig.

b. Grøftkartet.

Tidligere er nevnt litt om høvelig målestokk og ekvidistanse. Høydekurvene skal helst trekkes brune i jordterreng, men svarte hvor det er fjell eller fjellknauser. Ofte trekkes de svarte også i jordterreng. Men det letter oversikten om annen hver kurve prikkes eller strekes, samt at f.eks. hver femte kurve trekkes opp sterkere enn de andre.

Dessuten bør stykket eller eiendommen orienteres riktig på kartet. Det er regelen at kartet tegnes med nordretningen oppover. For sikkerhets skyld setter en likevel på retningspil.

Under overskriften: Grøfterplan, settes navnet på eieren, gården og vedkommende skifte samt også navn på herred og planlegger.

Storre grøfteanlegg bør tegnes på hvitt tegnepapir. Men skal en da ha lyskopier, må det hele føres over på kalkerlerret eller kalkerpapir (tracing). Tjenestemenn som fylkesagronom og landbruksingeniør arkiverer originalkartet. Rekvirenten får som regel bare lyskopi. Ellers bruker en lyskopi som arbeidskart. Det er å merke at på lyskopiet får alle streker samme farge. Det prosjekterte bør derfor trekkes over med den farge som er brukt på originalen. Da arbeidskartene lett kan bli ødelagt av regn eller tilsolet med jord, bør en sørge for å ha flere eksemplarer.

Planleggere for jordstyrene bruker vanlig et spesielt skjema (skjema nr. 1) med rutepapir for mindre kart eller riss. Dette blir da bare for mindre grøfteplaner. Dersom prosjektet ikke får plass på skjemaet, tegnes på annet papir som vedlegges. Beskrivelse og kostnadsoverslag føres på samme skjema. Jordstyret utarbeider oftest disse planer i 2 eksemplarer. Det ene får rekvirenten, det andre arkiveres.

Grøftkartet forsynes videre med tegnforklaring (signatur). Det er regelen at alt som eksisterer på forhånd: gamle grøfter, bekkefar, gjerder, skifte- og eiendomsgrenser, veger og hus m.v. trekkes opp med svart tusj. Det som prosjekteres vises med andre farger. Rørgrofter tegnes som regel med rød tusj. For sidegrøfter brukes relativt tynn strek som symbol på minste rørdimensjon, 2". Det letter oversikten betydelig om strektykkelsen ellers varierer med rørstørrelsen, spesielt i samlegroftene. Om en

bruker flere slags grøftemateriale, som stein og trelurer, kan steingrøftene f.eks. trekkes opp med brun farge, tregrøftene med grønn. Noen fast regel for dette er det ikke, men det må angis i signaturen.

Åpne grøfter og kanaler prosjekteres vanlig med blå dobbeltstrek. For større grøfter er det mulig å la avstanden mellom strekene svare til midlere dagbredde.

Videre må systemer og grøfter merkes entydig. Alle grøfter som sogner til samme grøftemunning, kan regnes å høre til samme grøftesystem. En får altså like mange systemer som en har grøftemunninger. Systemene kan f.eks. betegnes med store bokstaver eller romertall. Sidegrøftene merkes med nr. i ytterste enden, f.eks. skrevet med blå tusj eller vanlig blekk. I et system kan det være flere samlegrøfter. De kan f.eks. merkes med små, blå bokstaver.

For samlegrøftene er det ellers vanlig å skrive på rørdimensjon og fall med rød tusj. Avsnitt i samleledningen med samme rørdimensjon kan merkes av med hake (pil) som fig. 27 viser.

Som før nevnt, bør en for samlegrøftene tegne lengdeprofil, iallfall som kladd. Her legger en inn eventuelle slambrønner. Fra lengdeprofilen tar en så ut grøftedjup eller botnkote på forskjellige steder: ved grøftemunning, ved kryss mellom 2 samlere eller mellom sidegrøft og samler, ved inn- og utløp i slambrønn osv. Fra flate- eller linjenivellementet har en terrengcydene på disse stedene. På kartet, like inntil de respektive steder, skriver en da: terrengkote med blå tall, grøftedjup (i parentes) og botnkote med røde tall, se fig. 27. Grøftedjupet blir som kjent differansen mellom terrengkote og botnkote. For utsetting og oppflising av grøftene er det tilstrekkelig å ha notert bare terreng- og botnkote. Men når kartet brukes under gravearbeidet, sannsynligvis av mindre teknisk kyndige personer, er det mest praktisk å kunne lese av grøftedjupet direkte.

Når en på kartet måler grøftelengdene, bør en huske på at plankartet representerer horisontalprojeksjonen av terrengpunktene. Sidegrøftene har imidlertid som regel så lite fall at den virkelige lengde praktisk talt blir som målt direkte på kartet. Men for samlegrøfter som ligger med relativt sterkt fall, blir den virkelige lengde litt større enn plankartet viser. Det skal imidlertid nok så store fall til før dette forholdet får nevneverdig praktisk betydning.

### c. Beskrivelse.

Beskrivelsen skal supplere grøftekartet. Alt som ikke framgår direkte av det, og som en ellers må ha kjennskap til, bør nevnes. Dette

kan være opplysninger om jorda, om partier som trenger ekstra sterk grøfting eller ingen grøfter i det hele, om grøfteavstand og grøftedjup i sidegrøftene, om ledningsmateriale, grøftemunninger, grøftekryss osv. Særlige tilfelle må omtales nærmere, f.eks. forholdsregler mot gjenslamming av ledningene, grusing, eller beskyttelse mot røtter. For tekniske innretninger som slambrønn, koplingsbrønn, steinsil, grusfilter o.likn. trengs noye beskrivelse av plasering og byggemåte, helst med detaljtegninger.

Som grunnlag for kostnadsberegning må en også ha oppgave over grøftelengde og materialbehov.

De forskjellige data settes helst opp i tabellform. Det gir best oversikt. For systemene i fig. 27 kan det eksempelvis gjøres på følgende måte:

System	Grøft nr.		Djup, cm		Lengde, m		Fall i samler o/oo	Grøftet areal, dekar	Antall rør av:					Merknad
	Samler	Sidegrøft	Samler	Sidegrøft	Samler	Sidegrøft			2"	2½"	3"	4"	5"	
A	b	20-27	100-115	100	83	694	6	6,0	2080	93	156			I b graves 15 cm fall. 2½" nederst i nr. 8.
"	d	7-19	115	100	73	884	16	10,8	2600	280				
"	c		115		72		5				186	30		
B	a	1-6	120-100	100	59	473	5,5	4,5	1420	180	69			I a graves 20 cm fall
			Sum		287	2051		21,3	6100	481	411	30		

Hår en bruker flere grøftematerialer, kan oversiktstabell settes opp for hvert slag. For åpne grøfter må en dessuten gi opp botnbredde og sideskråning, samt dagbredden, om terrenget er ganske jevnt. For steingrøfter er det også nødvendig å fastsette botnbredden.

Videre kan det være nødvendig å gi visse direktiver for hvorledes grøftene skal fylles igjen. I tett og lite gjennomtrengelig jord er dette et vesentlig moment.

#### d. Kostnadsoverslaget.

Beløp for de forskjellige poster i regnskapet kan fikseres og summeres. Det gjelder f.eks. innkjøp og frakt av rør eller andre materialer, graving, rørlagging, grusing, dekking med mose, grøftemunninger, slambrønner, grusfiltre, steinsiler, gjenfylling m.v. Men det er også av interesse å vite meterprisen for ulik grøftestørrelse eller grøftetype. Derfor kan det være like hensiktsmessig først å beregne meterprisen for sidegrøfter og

for samlegrøfter av forskjellig størrelse og siden gå ut fra dette. På grunnlag av skjønn eller erfaring kan en også for et løsere overslag gå ut fra en gjennomsnittlig meterpris.

Eks. på beregning av meterpris for 2" rørledning:

<u>Materiale.</u>	<u>Pr. m</u>
Rør (150 kr. pr. 1000).....	45 øre
Transport (35 kr. pr. 1000).....	10 "
Mose eller grus .....	5 "
 <u>Arbeider.</u>	
Graving (3,0 m/t).....	60 "
Rørlegging (30 m/t).....	6 "
Gjenfylling med plog (100 m/t).....	5 "
	<u>Sum 131 øre</u>

Som oftest må en regne med å få ekstra utgifter slik at meterprisen i dette tilfelle settes til 135 øre.

På samme vis regner en ut meterprisen ved ulike rørdimensjoner i samlegrøftene. Hvor mye en skal gå inn på dette, vil bero på hvilke rørdimensjoner som dominerer og om rørprisen varierer mye med rørdimensjonen. Om en bruker bare 2½" og 3" i omtrent like stor utstrekning, vil en være på den sikre side om en regner ut meterprisen for bare 3" og siden kalkulerer med den.

Andre grøfteslag blir å behandle på samme måte, likeså brønner, steinsiler, grusfiltre, grøftemunninger m.v. For kjøpte materialer regner en med innkjøpspris + frakt og andre kostnader til de ligger på grøftekanten. For stein som ligger på feltet og likevel må kjøres vekk, blir det ikke regnet noe. Om steinen må slås, kommer dette inn som arbeidsutgift. For simple trematerialer som f.eks. faskiner regnes vesentlig bare med arbeidsutgifter. Ellers blir det vedpris for avfallsvirke (rajer, bakkon) fra egen skog og sag. Arbeidslønnen vil være relativt lett å anslå til enhver tid, men verre er det å fiksere hovelig arbeidsmengde under forskjellige forhold.

Endelig kostnadsoverslag kan f.eks. se slik ut:

Kostnadsoverslag.

2050 m sidegrøft à 1,35 .....	kr. 2767,50
287 " samlegrøft à 1,60 (3") .....	" 459,20
2 grøftemunninger .....	" 30,00
1 slambrønn .....	" 50,00
2 grusfiltre i grumsig .....	" 40,00
Uventede utgifter .....	" 53,30
	<u>Sum kr. 3400,00</u>

Kostnad pr. dekar kr. 159,60.

e. Grøfteprosjektet og terrenget.

Som tidligere nevnt, stoler en ikke helt på at kartet med høydekurver framstiller terrenget fullstendig. Erfarne grøfteteknikere, spesielt i Sverige, anbefaler og praktiserer også den framgangsmåte at før prosjektet gjøres helt ferdig, dvs. trekkes opp med tusj, foretas ny befaring av feltet. En stikker foreløpig ut samlegrøfter og enkelte sidegrøfter etter plasseringa på kartet og ser etter om dette passer i terrenget. Det kan her godt hende at det f.eks. viser seg gunstig å kunne svinge litt på enkelte samlegrøfter for å komme gjennom lokale søkk med dem. Det samme gjelder sidegrøftene, særlig kan det være aktuelt å korrigere sidegrøftenes lengde i kupert terreng. Alle korreksjoner føres inn på kartet.

For at det stikningsarbeid som nå utføres, ikke skal måtte gjøres opp igjen senere, lar en de nedsatte stikk bli stående, eller en slår ned plugger. En kan også godt utføre hele stikningsarbeidet og eventuelle korreksjoner med en gang og etterpå trekke opp grøftene på kartet med tusj.

3. Utstikning av grøfter.

Arbeidet ute på feltet begynner med utstikning og merking av grøftene. Dette bør for øvrig forberedes noe, idet en på kartet trekker opp og måler hjelpelinjer, basislinjer, f.eks. vinkelrett over sidegrøftene. Grøfteavstanden kan så måles og avsettes på denne basislinje i marka. Når ei slik linje kan trekkes eller stikkes mellom to faste terrengpunkter, f.eks. mellom to telefonstolper, er saken klar. Men ellers må en på feltet først stikke ut ei sidegrøft i vedkommende system. Stedet hvor sidegrøft koples til samler, finnes ved på kartet å måle avstanden langs samleren fra grøftemunning, slambrønn eller annet forut bestemt punkt i den. De samme avstander avsettes så i marka. På denne måten kan for øvrig alle grøftekryss bestemmes, først på kartet og siden på feltet. Det ytre punkt i sidegrøfta er ofte vanskeligere å finne i marka. En ser på kartet om det passer å



sikte mot et eller annet fast punkt, som er avmerket: stort tre, lys- eller telefonstolpe, stor stein, hushjørne o.likn. Om dette ikke passer, kan grøftelinjen forlenges forbi eventuelt fast punkt, og en måler avstanden fra dette til linja. I terrenget må denne avstanden altså avsettes først. Eller grøfta tenkes forlenget til den krysser grenselinjen. Avstanden fra skjæringspunktet til hjørne eller knekk i grenselinjen måles og noteres på kartet. Dette skjæringspunktet kan da med en gang måles ut i terrenget, se fig. 37.

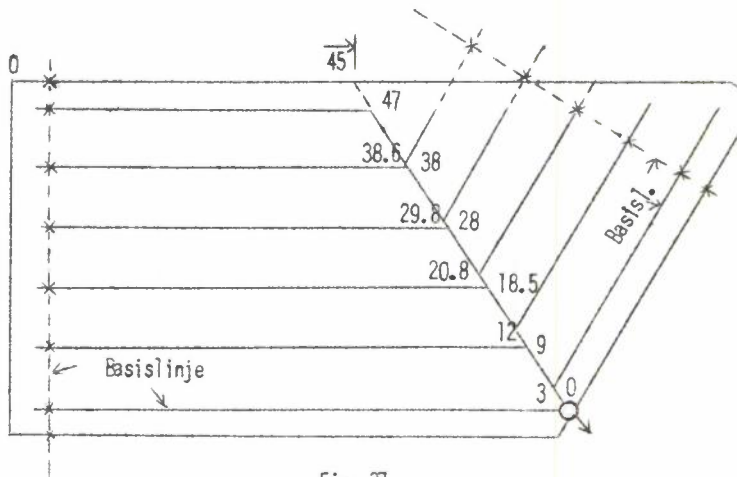


Fig. 37.

Samlegrøftene stikkes ut først, idet en begynner ved grøftemunning eller slambrønn, som altså først må fastlegges i terrenget. I samlerne er det ofte knekkpunkter både i plan og profil. Disse punkter og deres avstand fra utgangspunktet, grenselinjer, hjørner o.likn., eller beliggenhet i forhold til fikspunkter, framgår av kartet. Når disse avstander måles ut i terrenget, vil en se om det er nødvendig å korrigere kartet, som tidligere nevnt. Grøftene merkes av med 50-60 cm lange pluggar, lektestubber, som slås ned i midtlinjen, så de står godt. Samlegrøftens bokstavmerke f.eks. a skrives på pluggen, som stilles slik at merket vender mot utgangspunktet. Her forutsettes at samlerne merkes med forskjellige bokstaver, om en har flere systemer. Da er det ikke nødvendig å sette på systemmerket. Merkepluggar settes først og fremst i alle knekkpunkter. Dessuten også helst i mellompunkter for hver 20 m lengde. I begynnelsespunktet og 20, 40 eller 55 m fra det skriver en på pluggene henholdsvis a, a-20, a-40, a-55. Skal det være slambrønn 105 m fra grøftemunningen, bør dette angis på merkepluggen der, f.eks. a-105, s.br.(ønn).

Når samlegrøftene er korte med jevnt og rikelig fall, slik at grøftedjupet over alt kan måles fra terrengoverflaten, skulle det ikke være nødvendig å nivellere. Men ellers er det regelen at samlegrøftene nivelleres, særlig når en er nødt til å grave fall i dem.

For nivelleringa slår en ned i plan med jordoverflaten ca. 30 cm lange nivellementsplugg ved hver merkeplugg i brottpunktene. Merkepluggene settes i grøftas midtlinje. De blir da fjernet ved gravinga. Nivellementspluggene kan en imidlertid ha bruk for senere, når en skal kontrollere om ledningen er lagt med riktig fall. Derfor settes disse pluggene så mye til siden for merkepluggene at de ikke kommer bort ved gravearbeidet, men likevel slik at de representerer nivået ved merkepluggen. Når merkepluggen tas opp av midtlinja ved gravinga, flyttes den ut til nivellementspluggen og slåes ned ved siden av den. Derved blir det lettere å finne igjen nivellements-punktet siden, se fig. 38.

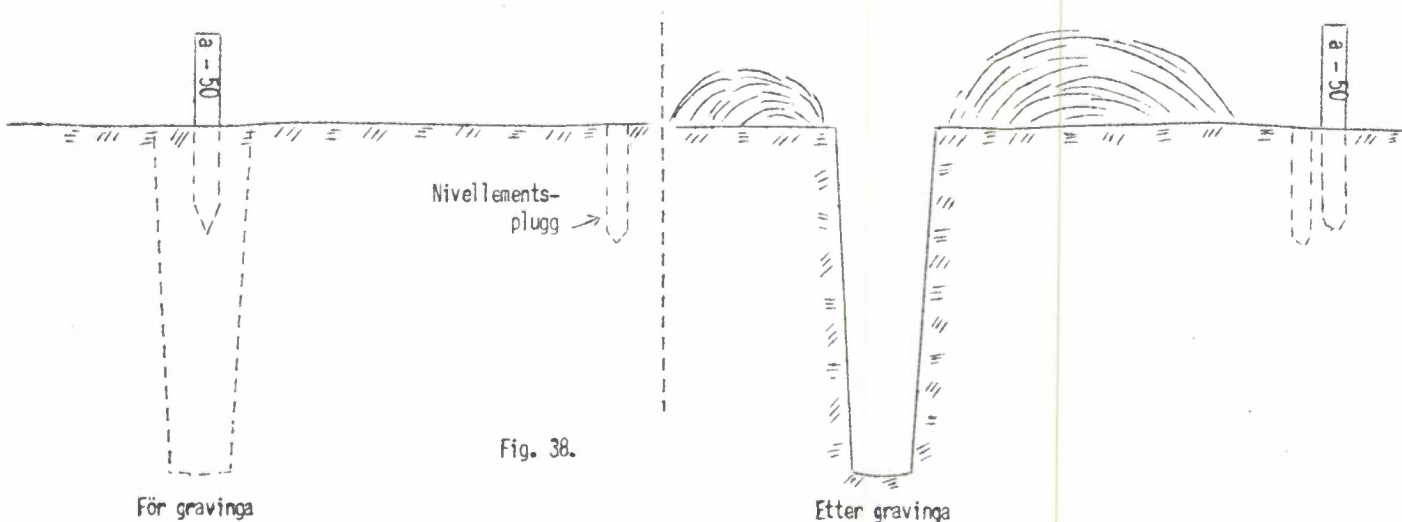


Fig. 38.

På grunnlag av nivellementet kan en sette opp ei graveliste hvor en bl.a. angir grøftedjupet regnet fra toppen av nivellementspluggen. Gravelista kan se slik ut:

Grøft nr.	Plugg nr.	Samlegrøft			Sidegrøft					
		Terreng-kote	Botn-kote	Djup, cm	Nedre ende		Mellompunkter		Øvre ende	
					Terreng-kote	Djup	Terreng-kote	Djup	Terreng-kote	Djup
c	c-0	8,07	6,90	117						
	c-10	8,10	6,95	115						
	c-72	8,45	7,30	115						
	osv.									

Mellom hvert brottpunkt skal botnlinjen være rett. For å få til dette ved gravinga, trenger en hjelpemidler. I grøftekanten ved hvert nivellements-punkt settes ned en kort, rett staur, s.k. flisestaur. På denne festes ei flis, et lite tverrtre, i bestemt høyde over ferdig grøftebotn.

Denne høyde, flishøyden, velges slik at det blir bekvemt å sikte forbi overkant flis fra en staur til neste, når en står i grøfta. Flishøyden 1,70 m er ofte passe. Når en bruker bare én staur, må flisa festes slik at den ikke vrir seg, fig. 39, a. Det er ellers sikrere å bruke en kort staur på hver side av grøfta, og tverrtre, lekt, som spikres til begge, fig. 39, b.

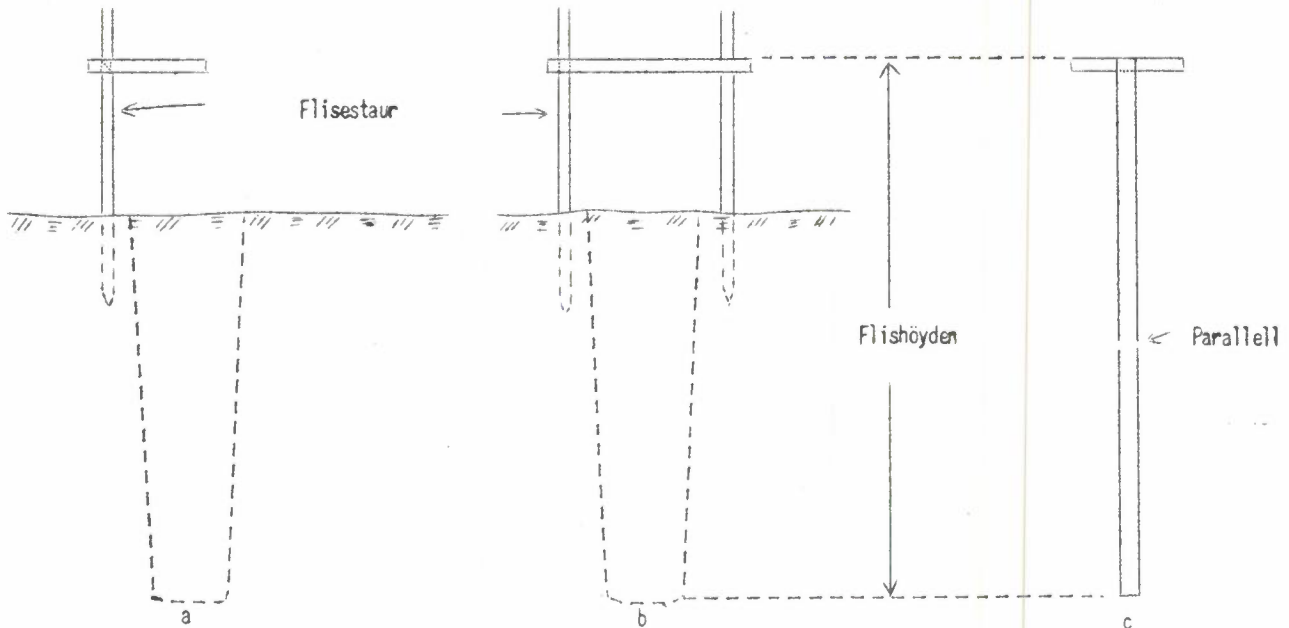


Fig. 39.

Mellom nivellements-punktene kan en så sikte inn og sette opp flere faste fliser om avstanden er stor. Ellers kontrollerer en grøftedjupet her ved å bruke en s.k. parallell, fig. 39, c. Lengden av denne svarer til flishøyden. For å slippe å gå fram og tilbake når en skal sikte inn parallellen, må en ha minst 2 flisestaurer foran eller bak seg i grøftelinja, se fig. 40.

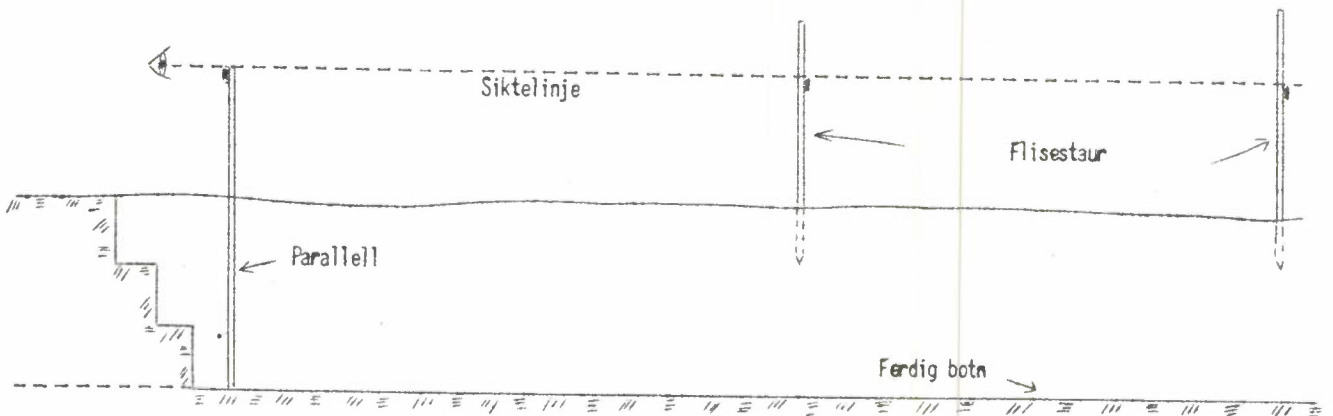


Fig. 40.

Som en ser, får en ved hjelp av flisene ei siktelinje i bestemt høyde over og parallell med botnlinja.

Etter som terrenget varierer, vil også flisenes høyde over det bli forskjellig. Er grøftedjupet et sted f.eks. 115 cm og flishøyden er 170 cm, vil overkant flis ligge 55 cm over terrenget. Men å måle 55 cm fra jordoverflaten og oppover stauren, blir en for unøyaktig metode. Derfor bruker en nivellerkikkerten for å få siktet inn flisene i riktig høyde.

Eks. Ved slambørnen i fig. 27 er terrenghøyden 8,45 m. Kikkerten er oppstilt slik at sikteplanshøyden er 9,90 m, og altså avlesing 1,45 m, når stanga er stilt på nivellementspluggen ved børen. Botnhøyden ved samme punkt er ifølge lengdeprofilet 7,30 m. Flishøyden er 1,70 m, og overkant flis skal da være  $7,30 + 1,70 = 9,0$  m over det valgte utgangsplan. Når så nivellerstanga stilles opp på flisa, må denne heves eller senkes inntil en får  $9,90 - 9,00 = 0,90$  m avlesing på stanga, fig. 41.

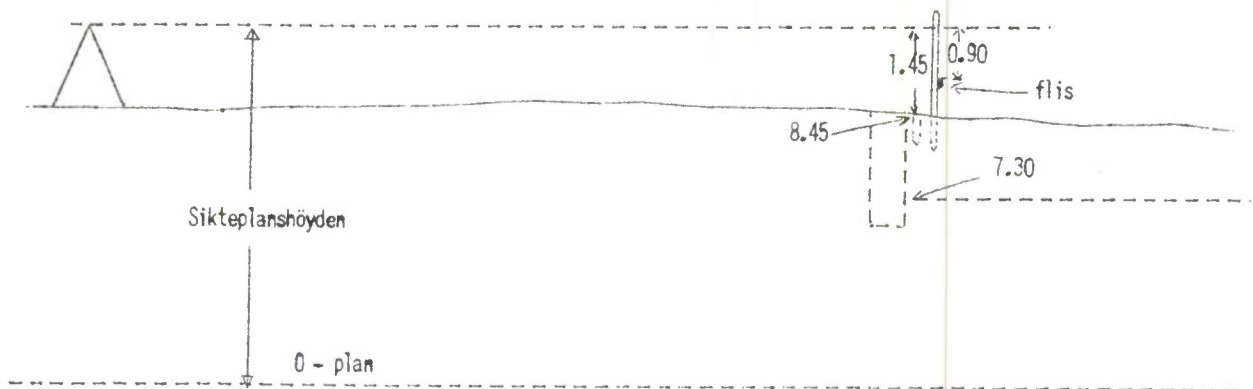


Fig. 41.

Sikteplanshøyden finner en ved å nivellere ut fra permanente fikspunkter på eller ved grøftefeldet.

Sidegrøftene legges, som nevnt, slik at de etter kartet får jevnt fall, og nivellering skulle altså være overflødig. Likevel kan det hende at enkelte av dem får meget lite, eller også negativt fall. Om dette ikke er lett synlig for øyet, bør en ta enkelte stikkprøver i marka ved hjelp av nivellerkikkerten. Dersom terrengfallet i grøftelinja er mindre enn 3-5 o/oo, blir det nødvendig å grave fall i grøfta. Men da trengs det nivellering og oppsetting av flisestaure, og dette foregår på samme måte som for samlegrøfter. Sidegrøftene merkes vanlig ved en plugg i hver ende. På begge plugg skrives en grøftas nr.

## XIX. Grøftearbeidet.

### 1. Høvelig tid for grøfting.

Når på året en skal grøfte, vil for det første bero på jordarten og været. Skal arbeidet dessuten utføres med gårdens arbeidskraft, må det tas utenom de egentlige onnetider. På grunn av tidas mangel på arbeids-hjelp må grøfting ofte gjøres når en kan få leid hjelp til det.

En har også ment at det må være vatn i jorda når en grøfter. Dette for at en ved hjelp av vatnet skulle kunne regulere botnfallet. Når sidegrøftene i tvilstilfelle nivelleres og flises opp, er vatn i jorda ingen betingelse. Men litt vatn vil være en fordel når grøftebotnen tilslutt skal justeres.

Det er alminnelig erfaring at grøfting er vanskelig både når jorda er særlig våt og når den er for tørr. I våt leirjord, i kvikksand og kvabb raser grøftene lett igjen. I for tørr jord, særlig leirjord, må hver bit hakkes løs. Leirjorda grøftes derfor helst på forsommeren, men også sommeren ellers og høsten kan være bra tid, om det er høvelig med regn. Kvikksand, kvabb og annen jord som lett raser ut, bør grøftes i tørrere tid. Myrjord vil også være lettere å grøfte når det ikke er for mye vatn.

Tidligere var det vanlig å grøfte det året jorda lå til brakk, men dette er nå lite aktuelt. Er det eng på stykket, kan en godt grøfte i den tida våronnarbeidet står på og ellers etter slått. Det passer for øvrig best samme året som vollen skal pløyes opp. Åpen åker kan av og til grøftes så tidlig på våren at en får jorda såferdig i noenlunde rett tid iallfall til grønnfôr, og kanskje poteter. Men da må grøftene virke raskt, eller jorda må fra før være mindre sterkt forsumpet. Skal leirjorda i slike tilfelle ikke bli for ubekvem, må den være hostpløyd. Dersom bruken av jorda ikke skal forstyrres ved grøfting, må åpen åker likevel som regel grøftes etter tidlig høsting. Om sommeren ellers er det særlig nybrott, udyrket myr og beite som kan grøftes uten at det sjenerer vesentlig.

### 2. Gravearbeidet.

#### a. Håndgraving.

Bruk av håndredskap ved grøfting har vært og er framdeles det vanligste hos oss. På steinet mineraljord og i myr er det enda vanskelig å komme utenom dette, særlig på mindre grøfteluffer.

Den nødvendige redskap blir noe forskjellig alt etter jordarten og grøfteslaget. I ganske steinfri jord med nok fuktighet blir spaden hovedredskapet. Til rørgrofter, som kan og bør være smale i botnen, bruker en gjerne 2 forskjellige typer av grøftespader. De 2-3 øverste spastikk tas med kraftig stålspade som har ca. 50 cm langt og ca. 20 cm bredt, herdet blad, avrundet nederst. Til det siste stikket brukes spade med like langt eller litt kortere, herdet stålblad. Dette er ganske smalt og smalner av nedover. Derved blir det lettere å få grøfta smal i botnen. For hvert spastikk blir noe løs jord liggende igjen i grøfta. Denne løsjorda kastes opp med ei lang roko eller en skyffel som likner en sementspade, men er smalere og djupere. Det er regelen at all løsjord kastes opp for hvert spastikk. Etter siste spastikket grovpusses botnen med ei skope, skovl, som en drar mot seg. Den er festet på langt skaft. Til finjustering av botnen brukes ei tilsvarende skope, men den er til å skyve foran seg. En har også skoper som både kan dras og skyves.

Botnrenna skal være akkurat så stor at røret får plass og ligger støtt. Derfor må en ha flere skopedimensjoner, alt etter rørstørrelsen.

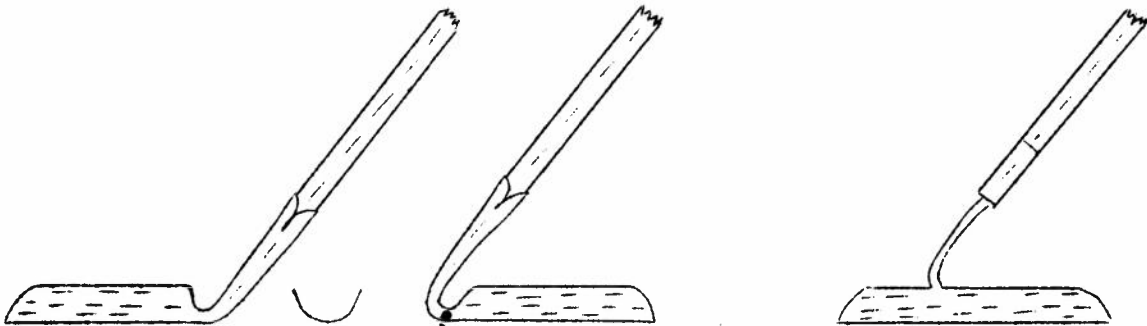


Fig. 42. Skoper.

I steinfull jord har en mindre bruk for spesiell stikkspade. Til graving og steinbryting kreves tung hakke og spett, kanskje også stubbebryter. I slik jordart blir grøftene ofte så brede at løsjorda kan måkes opp med alminnelig, herdet stålspade.

I riktig våt, klisset leire, mojord og kvabb kan det være lettere å bruke trespade istedenfor stålspade, fordi bløt jord slipper trespaden bedre. Det fins ellers også stålspader med delt, ristformet blad til bruk i klebrig jord.

I myrjord er det best med flate og tynne, kvasskantete torvspader av herdet stål.

Av andre ting vil graveren ha bruk for gravesnor (ståltråd) og muligens vaterpass. Dessuten er det bra å ha flyttbare flisestaurer med regulerbar flishøyde. Det kan f.eks. være spalte i stauren hvor flisa festes v.h.j.a. bolt med vingemutter. 2-3 "paralleller" er ofte nødvendig, når det er flere gravere.

For å få grøftene rette markeres begge kantene med snor eller ståltråd. Alt ved første spastikkret vil en søke å få jevnt og riktig fall i grøfta. Dette er særlig påkrevd om det er vatn der, som stadig må ledes unna. Derfor spennes den ene snora så stram som mulig like over bakken og i konstant høyde over ferdig grøftebotn. Dette er lett å få til ved å sikte over flisene og å måle ned fra siktelinja. Ved første spastikkret trækkes spaden overalt nedi til snora, fig. 43.

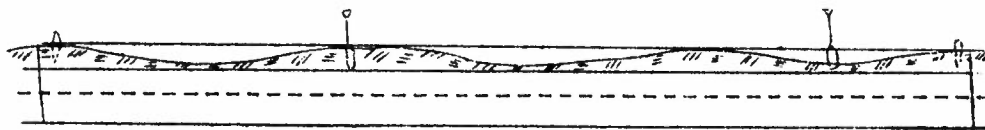


Fig. 43.

Når spaden ved fortsatt graving stikkes mest vertikalt og like djupt, får botnlinjen riktig fall med en gang. Dette kan for øvrig kontrolleres med "parallellen", som før nevnt.

Dersom grøfta er bred nok, kan en også strekke snor nede i den like over siste spastikkret, 40-50 cm over ferdig botn. Snora festes til små pluggar som slåes inn i grøfteveggen med 10-15 m avstand. Dersom flisehøyden er 170 cm, kan en f.eks. bruke 120 cm lang "parallell" til å sikte og måle inn pluggene med. Snora kommer da 50 cm over botnen. Er spabladet 50 cm langt, trækkes det nedi til snora. Ellers får en sette merke på skaftet 50 cm fra spissen og så trække spaden nedi til merket er i høyde med snora.

Om en ikke graver etter nivellement, bør en ta første spastikkret etter stram snor, slik at en straks får eliminert ujevnheter i jordoverflaten. Det er også bekvent å måle grøftedjupet fra slik stram snor, idet en med grøftedjupet i dette tilfelle mener det midlere djup.

Gravinga begynner vanlig ved systemets lågeste punkt, og samlegrøftene tas først, for at eventuelt vatn stadig skal kunne renne unna. Deretter graves de øverste sidegrøftene i systemet. Om jorda er særlig vassfull, blir det da lettere å ta grøftene nedenfor etterpå,

Det er best om alle sidegrøftene kan rørlegges først. Deretter legges samleledningen, idet en begynner i øverste enden. På denne måten

er en lite utsatt for å få slam inn i rørene under arbeidet. Men det forutsettes at grøftene kan stå ei tid uten å rase sammen. Jorda kan imidlertid være så vanskelig at grøfta må graves og rørlegges stykkevis nedenfra. Dette kan også gå bra, spesielt når en har grove rør, men en er nødt til å grave etter nivellement, og botnfallet må stadig kontrolleres nøye v.h.j.a. "parallellen". Er det mye vatn og slam, må den frie ledningsenden foreløpig stenges med en mosedott, halmvisk eller fille av sekkestrie.

Grøftenes dagbredde gjøres av hensyn til jordarbeidet så liten som mulig, og dermed følger også bortimot loddrette grøftevegger. Dette gjelder særlig for rørgrofter og grøfter med bordlurer. Likevel må en ha tilstrekkelig arbeidsrom i grøfta. For øvde gravere kan dagbredden i rørgrofter bli ned til 20-25 cm i steinfri jord, men ellers er 40-50 cm ikke så sjelden. Djupe grøfter må være bredere enn grunne. Botnen i rørgrofter bør ikke være mer enn ca. 5 cm bredere enn rørene, dvs. 12-13 cm for 2" rørledning. For steingrofter kan dagbredden bli 40-60 cm.

Matjordlaget er gjerne løsere enn undergrunnen og fjernes først, som oftest med vanlig jordspade eller med langskaftet skyffel. Det går også an å pløye det opp. Ved vanlig grøftedjup kan en da nå botnen med 3 spastikk.

Jorda må kastes 20-30 cm inn på kanten. Tidligere var en påpasselig med at matjord og undergrunn skulle legges hver for seg, matjorda på den ene side og undergrunnsjorda på den andre. Dette særlig for å få riktig lagdeling ved fyllinga, bare matjord i øverste laget. Nå tar en ikke dette så nøye lenger. Særlig i stiv og tett leirjord vil en heller ha matjord og undergrunnsjord blandet i grøfta. Når en pløyer grøfta igjen, kommer mest matjord fra begge sider nedi først, forutsatt at en pløyer fram og tilbake. **Siden blir det mer blanding.** Særlig for rørgrofter er det så små jordmengder at det ikke blir vesentlig ulempe av noe undergrunnsjord i ploglaget. Likevel kan det av hensyn til jordmåkinga være lettest å legge matjorda på øvre siden og undergrunn på nedre.

Under gravinga kan en treffe på stor, jordfast stein så djupt at det blir tungt å få den opp. Er steinen løs, kan en grave ut plass i ene grøftesida og så velte den dit. Eller en kan også grave under steinen og la den ligge som før. Når en må grave utenom stor og djup stein, bør en passe på at svingen rundes godt av. Steinen kan også sprenges vekk. Men får en da hull under grøftebotnen, må dette fylles med grov grus som stemples godt til.



Justering av botnen i rørgrøfter er et meget viktig arbeid. Etter hvert som en tar siste spastikket, blir botnen grovpusset med dragskopa på et kort stykke om gangen, idet en står på avsatsen, siste spastikket. Finjustering utføres med skyveskope. Dens størrelse avpasses, som nevnt, etter rørdimensjonen. Denne skopinga foregår nedenfra og oppover. Litt vatn i grøfta vil være til god nytte. Derved blir skopinga lettere samtidig som en bedre oppdager eventuelle forhøyninger og grøpper i botnen. Om det ikke er vatn nok i jorda, bruker en i Sverige å kjøre vatn ut på grøftefeltet. Ved øverste grøfteenden plasseres ei tønne eller et stort spann med et lite hull i. Herfra går ei fin vasstråle ned i grøfta slik at en får jevn, liten vasstrøm i den. Dette særlig i tett leirjord. Ved skopinga fjernes alle ujevnheter slik at det blir ei renne til rørene. Selv om botnen fra før er ganske jevn, må en likevel ofte ta bort 1-2 cm. Dersom en ved uforsiktighet har gravd for djupt enkelte steder, må dette fylles igjen. Eller en skoper vekk forhøyningene mellom, om de ikke er for store. Det disponible fall kan for øvrig sette en grense for dette. Så vidt mulig vil en unngå å fylle større hull i botnen med løst materiale. Men i tilfelle dette gjøres, bruker en grov grus som stemples fast med en botnstøter, laget av rundt virke. Når botnen er ferdigskopet, skal vassstrømmen danne et jevnbredt belte i renna.

I sand- og mojord (og i mjele) bør en i forbindelse med skopinga legge et gruslag over botnen som underlag for rørene. Det blir også filter samtidig. Grusing under rørene er ellers nødvendig når en ikke på annen måte kan skaffe fast underlag. I forbindelse med grusing er det ikke nødvendig med så kraftig skoping. Ei jevn renne kan godt utformes i grusen.

Ved skoping i djupe samlegrofter for grøvre rør kan det trenges 2 mann. Den ene styrer skopa, den andre hjelper til å løfte skopa med jord opp av grøfta. Dette ved hjelp av ei snor som er festet til skopa like ved skaftet.

Har en ikke vatn til hjelp ved skopinga, må en enten stole på øyemålet, eller en bruker "parallellen" jevnt hvis grøfta er fliset opp.

#### b. Maskingraving.

Til bruk i detaljgrøfting er det konstruert 4 forskjellige norske typer av gravemaskiner. Felles for dem alle er at de krever ganske steinfri jord.

Maskinene er følgende:

1. Engens (Felleskjøpets) grøfteplog.
2. Løkens grøftegraver (prøvd N.L.H. 1925).

3. Nordbys grøftemaskin.

4. Hanneborgs dreneringsapparat.

Om konstruksjon og arbeidsprinsipp vises i hovedsaken til maskinlæren. Av disse maskinene er det ellers særlig Engens grøfteplog som har vært brukt og som med forbedret konstruksjon frøndeles brukes hos oss. Den skal derfor omtales litt nærmere.

Engens eller Felleskjøpets grøfteplog er oppfunnet av gardbruker Johan Engen, Byneset pr. Trondheim, patenter utferdiget 1917 og 1929. Plogen er senere forbedret av landbrukskandidat Ottar Aashamar og av plogsmed H. Spilde, Rakkestad. I Norge fabrikeres plogen av sistnevnte. En del selges direkte fra fabrikken, men ellers har Felleskjøpet hatt plogen i handelen siden 1924.

I Sverige ble det laget ploger etter Engens patent og inntil 1921 solgt under navnet "Revolt". I 1930 begynte maskinfirmaet Champion i Stockholm å importere plogen fra Norge og solgte den igjen under navnet "Täckdikningsmaskinen Champion". Siden 1936 har Aashamar fabrikert plogen i Sverige, hvor den nå selges under navnet "Aashamars dikesplog".

Grøfteplogen har et u-formet skjær som skjærer løs en 18 cm bred og 4-10 cm tykk jordstrimmel. På et endeløst kjede føres jorda opp og legges ved siden av grøfta. Plogen må kjøres fram og tilbake inntil djupet blir tilstrekkelig (maks. 130 cm). Grøftebredden blir stor nok for rør med opp til 4" diameter.

Grøfteplogen veier bare ca. 130 kg, men der trengs også en jordplog (av snøplogform) foran grøfteplogen. Jordplogen lages av tre, og under den festes en 1,5 m lang 6" x 6" firkant som kjøl. Denne fungerer som styre, idet den passer ned i grøfta. Som trekkraft brukes 2-4 hester eller traktor. Har en bare 2 hester, kjøres grøfteplogen alene og grøftefylla kjøres tilside med jordplogen etterpå. Brukes 4 hester, blir jordplogen fast forbundet med den lange hommelen og trekkes da like foran grøfteplogen. Det trengs minst 2 mann til kjøringa: én mann, kjørekaren, som står frampå plogen samt én som går bak og styrer. Er det atskillig stein i jorda, må en mann følge etter med hakke eller spett og spade. En kan da kjøre opp flere grøfter samtidig. Ellers bør også spett og spade følge med plogen slik at enkelte steiner kan fjernes mens hestene kviler.

Ved kjøring med traktor behøves en mann på traktoren og en som styrer plogen. Men har en ingen ekstra belastning foran på plogen og jorda dertil er hard, trengs det en mann til å stå der. Er grøftene lange, blir arbeidsprestasjonen pr. dag betydelig større med traktor som trekkraft.

Men jorda må være fast og passe fuktig. På lettere jord som er fuktig i djupere lag, har det vist seg at traktorens tyngde presser inn grøftesidene ved et djup av 60-70 cm, slik at ploegen klemmes fast. Gummihjul på traktoren kan gå bra, men de vil gjerne slire i våt leire. Stålhjul med spaklør er mindre gode, derimot er skråstilte lister bedre fordi bæreflaten blir større. Ifølge Aashamar skulle 60-65 cm lange 5" vinkeljern være det beste. De må settes på slik at jorda kastes ut fra grøfta om hjula slirer. Jordploegen koples til mellom traktor og grøfteplog med ca. 1 m lang kjetting. I dragkjettingen for grøfteploegen bør innsettes en fjærbelastet krok. Dels blir det da lettere å kople ploegen til og fra, dels gir kroken etter når en kjører mot stein. Har en ikke slik automatisk utkopling, bør en ha treplugg som sikring. Er det mye stein, vil det for øvrig være bedre å bruke hester.

De jordarter som grøfteploegen går best i, er sedimentære leir-, mjele- og mojorder. De er ofte praktisk talt steinfrie. I moldjord kan det også gå bra. Med hensyn til steinmengden mener Aashamar at det går an om en treffer på 2-3 steiner pr. 100 m plogdrag, men blir det 5-6 eller flere steiner, må en snart gi seg. Små stein er heller ikke bra. Den kiler seg bl.a. inn mellom rammen og kjedet, slik at det stopper.

I meget løs jord, eller i sandårer, slirer drivhjulet. Det kan da hjelpe noe å trykke på ploegen. Ellers har jordas fuktighet stor betydning. Løs og tørr jord følger ikke med elevatoren opp. Løsjorda må i så fall tas opp med skyveskøpe. Om ploegen kjøres i for mye løs jord, har botnen lett for å bli ujevn. Våt og klisset jord setter seg lett på elevatorkjedet. Det hjelper noe å fukte kjedet av og til, likeså avleggingsplaten og platen ved skjæret. Matjorda er i dette tilfelle verst.

Tykkelsen av jordstrimlene beror på jordart og trekraft. En stiller ikke ploegen djupere enn at det blir passe trekk for hester eller traktor. I lett og bra sammenhengende jord kan en med 4 hester skjære løs 7-10 cm om gangen, men vanlig regnes med 5-6 cm. Med 2 hester kan en ta halvparten eller vel det. I tørr jord tar en relativt tynne strimler.

Med de nyere plogtypene kan djupet reguleres mens ploegen går. Dette er en stor fordel når botnfallet skal justeres.

Tidligere er nevnt at grøftene bør planlegges slik at en får så lange drag som mulig. Oppkjøring og sruing av ploegen tar 12-15 m bred teig.

Samlegrøftene kjøres opp og gjøres fullt ferdige først. Når en deretter tar sidegrøftene, må en i disse kjøre over og 4-5 m forbi samlegrøfta for å få fullt djup helt fram til samleledningen. En må her være

forsiktig med plogen når en nærmer seg rørene i samlegrøfta, plogen løftes litt opp. Ved oppkjøring fra grøfta trykkes plogen ned bak av styrekaren. Plogen slipper da jorda foran. Når plogen er helt oppe, vendes hestene i halvsirkel om den. Deretter vries plogen om på bærehjulet. På denne måten kreves minst mulig vende plass. Det er av betydning å ha rolige hester. Bruker en traktor, må plogen koples fra, mens en snur.

Når jorda er fast og fri for røtter, kan første draget kjøres opp med grøfteplogen. Men ellers er det vanlig at en først pløyer opp matjorda med alminnelig plog. Denne fåra må kjøres rett og så ren for løsjord som mulig. Torva skyves til side med jordplog eller ved håndkraft. Denne første fåra bør ikke tas bredere enn passe for grøfteplogen, som da blir lettere å styre. Når grøftene på nyryddingsfelt skal kjøres opp med grøfteplog, kan det bli nødvendig å stikke av øverste torvlaget med spade.

Utjevning av fallet må begynne så snart plogen er kommet gjennom matjordlaget. Dette skjer først etter øyemål, enten ved å stille slepskoen høyere eller lågere, eller ved at kjørekaren går av i søkkene. Der fallet er godt, kan øvde folk få til bra jevn botnhelling bare på denne måten. Men ved lite fall må grøftene plugges og nivelleres, iallfall i hver ende. Deretter setter en opp flisestaurer, idet flisehøyden passe kan være 2 m. Ved hjelp av 2-3 målestaker, "paralleller", helst med desimeterinndeling, kan en ved sikting og måling på forskjellige punkter finne hvilken justering som kreves. Over forhøyninger tar en så tykkere jordstrimmel enn ellers. Desto jevnere botnlinjen kan kjøres opp, jo mindre arbeid blir det med skop-  
**inga.**

Det er klart at arbeidsmengden ved bruk av denne grøfteplogen vil variere mye etter jordart og jordfuktighet, etter steinmengde, grøftelengde, trekraft og mannskap m.v. Plogsmed Spilde, som har ca. 30 års erfaring fra grøfting med plog på Sør-Østlandet, regner med gjennomsnittlig 500-600 m pr. dag under vanlige forhold her når en bruker 4 hester for plogen. Men om alt går bra, kan en greie 100-150 m grøft pr. time. Med 2 hester skulle en kunne regne med omkring halvparten. Tre øvde karer med traktor som trekraft kan grave ca. 500 m på 8 timer.

Det har vist seg at grøfteplogen gir atskillig billigere grøfting enn ellers. Det bør derfor være en selvfølge at den brukes over alt, hvor det er mulig. Den er relativt billig i innkjøp. Den enkelte gårdbruker kan av den grunn godt anskaffe plogen. Dermed har en også fordel av å kunne bruke gårdens egen arbeidskraft, når det høver best. For mindre gårder og småbruk bør grøfteplogen kunne leies fra maskinholder eller maskinstasjon.

Dersom stasjonen også kunne sende med 2 kyndige og øvde mann, ville mye være vunnet. Aashamar framhever at skal arbeidet gå godt, er det en betingelse at en har øvde folk som virkelig har lært å handtere grøfteplogen.

Eksempel på kostnadsberegning skal gjengis fra "Handledning i använding av täckdikesplogar." En forutsetter hester som trekraft og el- lers normale gravingsforhold.

Forutsetninger.

Plogens innkjøpspris .....	kr. 600,-
Jordplog m.m. ....	" 50,-
Rentesats .....	4 %
Avskrivningstid .....	6 år
Vedlikehold, rep. reservedeler, hus (pr. år) kr. ....	75,-
Beregnet brukstid pr. år .....	25 dager
Arbeidsmengde pr. dag, ca. ....	350 meter

Maskinkostnad pr. år.

Avskrivning $\frac{650}{6}$ = .....	kr. 108,-
Rente $\frac{650}{2} \cdot \frac{4}{100}$ = .....	" 13,-
Vedlikehold .....	" 75,-
Sum	<u>kr. 196,-</u>

$$\text{Maskinkostnad pr. dag } \frac{165}{25} = \underline{\text{kr. 7,84}}$$

Driftskostnad pr. dag:

2 mannsdagsverk á 25/- .....	kr. 50,00
4 hestedagsverk á 15/00 .....	" 60,00
Diverse graving ved ender m.v. ....	" 15,00
Sum	<u>kr. 125,00</u>

$$\text{Gravingskostnad pr. dag: } 7,84 + 125,00 = \underline{\text{kr. 132,84}}$$

$$\text{Gravingskostnad pr. meter: } \frac{132,84}{350} = \underline{\text{kr. 0,38}}$$

Med hensyn til mer detaljert behandling av grøfteplogen og dens bruk vises til "Handledning i använding av täckdikesplogar". Medd. nr. 209, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala, 1950.

Løkens grøftegraver ble fabrikkert av S.H. Lund & Co., og prøvd ved Maskinprøveanstalten, N.L.H., i 1925. Patentinnehaver er gardbruker Anders Løken, Bøltorp pr. Mysen. Denne grøftegraveren har et stort gravehjul, forsynt med graveklør laget av vanlige hesteskobrodde. Drivkraften

er en 15 HK bensinmotor montert bak gravehjulet. Framdriftshjulet går nede i grøfta midt under motoren. Grøftene graves til fullt djup med en gang, 18 cm brede. Grøftedjupet kan ellers reguleres ned til 110 cm. Maskinens vekt ca. 975 kg.

I 1942 ble Løkens grøftegraver offentlig demonstrert på Bøltorp gård i Eidsberg. Referat fra denne demonstrasjonen finnes i "Norsk Landbruk" nr. 30-31, 1942.

Nordbys grøftemaskin er oppfunnet av Chr. J. Nordby, Sem. Denne maskin arbeider etter hakkeprinsippet, men det har ellers vært eksperimentert med den fra 1914 og til senere tid. I det senere er maskina forbedret av Konrad Nordby. Motoren som før var innbygd i maskina, ble sløffet. I stedet brukes traktor som drivkraft. Dessuten er det gjort mange andre forenklinger og forbedringer. Elevatoren er bl.a. fjernet. Vekta er nå ca. 1300 kg. Arbeidsorganet er 2 graveklør som kaster massen opp og bakover mot en skjerm. Denne samler og fordeler jorda til begge sider. Hastigheten kan stilles til 60, 90 eller 120 m pr. time. Grøfta kan bli inntil 110 cm djup og 20 cm bred.

Den nye konstruksjonen av Nordbys grøftemaskin ble demonstrert på Jarlsberg Hovedgård i 1942 (referat i "Norsk Landbruk", nr. 25, 1942).

Hanneborgs dreneringsapparat fabrikeres av A/S Sørumsand Verksted, Sørumsand. Patentinnehaver er frk. Aurora Hanneborg, Bjørkelangen.

Graveapparatet er en skrue som graver 1 m djup og 7,5-10 cm bred grøft til fullt djup med en gang. Arbeidsevnen skal være ca. 60 m pr. time. Det ble opprinnelig brukt stasjonær elektromotor som drivkraft, men en kan også bruke traktor og trenger bare én mann til kjøringa. Dette apparatet er ikke offentlig prøvd.

Sommeren 1951 har Landbruksteknisk institutt prøvd en engelsk grøfteplog, Cuthbertson grøfteplog.

Denne ploget veier ca. 3 tonn. Den pløyer opp grøfta til fullt djup med en gang. Grøfta blir omkring 50 cm bred i dagen, 20 cm i botnen og inntil 90 cm djup. Men som trekraft trengs da en 16 tonns beltetraktor. Dersom en kan greie seg med grunnere grøfter, blir trekraftbehovet mindre.

Etter botnen lager ploget renne for rørene. Men skal rørene kunne legges i denne uten justering av botnfallet, må terrengfallet være jevnt og jorda helst steinfri. Ellers heftes ikke ploget av stein på bortimot 0,5 m<sup>3</sup> størrelse, når den bare får tak under steinen. Stein i høyde med plogspissen er mindre bra. Det blir lett hefte, og grøftebotnen kan bli så ujevn at opprensning og justering er nødvendig.

Arbeidsprestasjonen ble følgende i morenejord (Østfold):

1. Ved kjøring i en retning, med fallet: 496 m pr. time
2. Ved kjøring både med og mot fallet: 1159 " " "

Det er trekraften og grøftedjupet som avgjør om en kan kjøre plogen i to retninger, altså mot fallet.

Arbeidsprestasjonene ved opprensning, rørlegging og dekking av rørene med kutterflis og matjord ble følgende i dette forsøket:

Opprensning	21 m pr. time
Rørlegging	25 " " "
Dekking	61 " " "

Dette med uøvde folk.

Av egentlige grøftmaskiner fra utlandet er det flere typer som er brukbare i detaljgrøfting. Dette er

1. Maskiner med graveskuffe (Åkerman),
2. Maskiner med gravehjul (Buckeye, Parsons),
3. Maskiner med gravekjede (Allen),
4. Maskiner med skrapekjede (Barber-Greene).

Imidlertid fins det ingen maskin som både teknisk og økonomisk er hensiktsmessig for all slags jord. De sedimentære jordartene egner seg best for maskingrøfting. Likevel kan maskiner med graveskuffe brukes i atskillig steinholdig morenejord. Men arbeidsprestasjonen blir da forholdsvis låg.

Noen data vedrørende grøftmaskiner framgår av følgende sammenstilling (fra "Maskinell täckdikning").

Tabell 31.

	Grøfteplog (Aashamar)	Gravehjuls- maskin Buckeye 301	Gravekjede- maskin (Allen 12/18)	Graveskuffe- maskin (Åkerman 350)
Gravebredde, cm	18	30-60	33-48	30 -
Gravedjup, maks. cm.	ca. 120	165	180	ca. 300
Vekt, kg	130	6100	6700	9500
Prestasjon pr. 8 timers arbeidsdag i meter:				
Torvjord	-	500-700	500-700	350-430
Sedimentær sand og mojord	250-400	400-620	400-620	300-430
" leir og mjele				
a) helt steinfri	250-700	350-600	350-600	200-350
b) med enkelt stein	200-500	300-450	300-450	200-350
Lettgravd moreneleir	-	100-220	100-300	150-300
Annen morenejord	-	-	(150)	90-180

### 3. Rørlegging.

Liksom justering av botnfallet, er rørlegginga også et utpreget kvalitetsarbeid, men det er likevel relativt enkelt når skopinga er godt utført.

Før gravearbeidet begynner, må rørene være framkjørt til feltet. Det kan jo være nødvendig å rørlegge stykkevis ettersom en graver. Men ellers vil en helst grave og skope ferdig hele grøfta først. Rørene kjøres ut og legges med enden mot grøfta på den grøftekanten som passer best for rørleggeren. Om rørene ikke er sortert på forhånd, bør en samtidig plukke ut alle sprukne og ellers dårlige rør. Mindre gode, men brukbare rør kan legges i øverste enden av sidegrøftene. Krokete rør legges tilside og brukes i eventuelle svinger, f.eks. hvor en må grave seg forbi jordfast stein.

Mindre teglrør, 2"-4", samt også borede trerør legges med rørkrok. Rørleggeren går enten skrevs over grøfta eller på den ene kanten. Det er en fordel om alt tråkket etter kantene kan foregå på strekning hvor rørene alt er lagt. Eventuell løs jord eller små jordklumper, som raser nedi, vil da ikke hefte leggearbeidet. Rørkroken er bøyd i omtrent rett vinkel, og enden som stikkes inn i rørene, er ca. 20 cm lang. Nede i grøfta dreies røret ved hjelp av kroken ved å rulle det mot sidene i botnrenna. Er røret noe langkrok, må det legges med kroken ut til sida. For øvrig må det også slutte best mulig til foregående rør. Når røret således er på plass, gis den frie enden et lite puff med rørkroken, og med skaftet trykkes det ned, slik at det ligger støtt. Det er en selvfølge at hele rørlengda skal ligge an mot botnen. Rørene bør ellers ligge så godt sammenføydd at en vanskelig kan ta opp et enkelt rør, uten at naborørene også følger med. Da rørene sjelden er helt regelmessige, dvs. rette eller rett avskåret i endene, vil en godt lagt rørledning få et småbuktet forløp sett ovenfra. Sett fra siden skal den da være snorrett. Har en derimot lagt an på å få ledningen så rett og regelmessig som mulig, sett ovenfra, kan en vente å finne større og mindre gap i skjøtene på undersiden. Dessuten vil botnlinjen da, sett fra siden, antakelig være langt fra rett.

Rørlegginga begynner normalt i øverste grøfteenden, eventuelt i øverste sidegrøfta. Foran enden av ytre røret settes en flat stein e.likn. Alle sidegrøftene kan da rørlegges først og så samlegrøfta til slutt. Men en kan også rørlegge samlegrøfta ovenfra etter hvert som en kommer ned med sidegrøftene. I begge tilfelle avsluttes rørleggingsarbeidet ved grøftemunningen. Når samlegrøfta rørlegges etterhvert, vil en bedre kunne til-



passe de rørlengdene som skal koples sammen. Siste røret i sidegrøfta skal være hel rørlengde. Om det blir bruk for f.eks.  $\frac{1}{2}$  eller  $\frac{1}{4}$  lengde, må denne legges inn litt før en kommer til grøftekrysset.

Større rør enn 4" må legges med hånd, og rørleggeren må da gå nede i grøfta, eventuelt på de lagte rørene. I tilfelle en legger rørene nedenfra, må en altså trække på grøftebotnen.

Finérrør må også legges med hånd, slik at lista snur opp. Ellers skal de utstikkende listeendene gjensidig gripe om rørveggen, for at rørene ikke skal sideforskyves. Imidlertid kan en ikke trække på disse rørene, men må gå på grøftebotnen.

#### 4. Grøftekryssene.

God sammenkopling av side- og samleledning er en viktig detalj i grøftesystemet. Skjøtene skal være tette og støe, samtidig best mulig i hydraulisk henseende.

Teglør som skal koples sammen, blir som regel hugget til på arbeidsplassen. Her brukes en spesiell hammar til dette, s.k. rørrhammar (fig. 44).

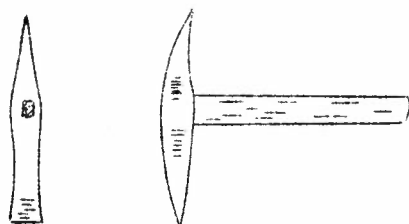


Fig. 44. Rørrhammar.

I enkelte land f.eks. Sverige, lages også spesielle grenrør til grøftekryssene, men det vanligste er ennå at koplingene hugges til av vanlige rør på grøftefeltet.

Før rørgrofter har en 2 forskjellige koplingsmåter: overkopling og sidekopling.

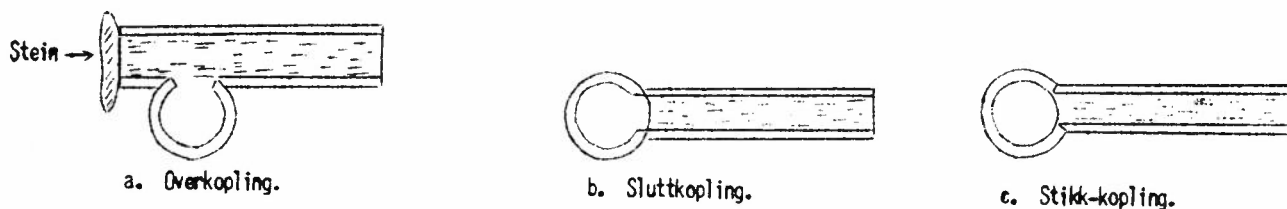


Fig. 45. Rørskjøter.

Ved overkopling (fig. 45 a) føres sideledningen inn ovenpå røret i samlegrøfta. Dette gjør at botnen i sidegrøfta må ligge i nivå med overkant samleledning. Som en ser, hugges der korresponderende hull i rørene, på oversida i samlerøret og på undersida i siste siderøret. Størrelsen av hullet må minst svare til lysåpningen i sideledningen, eller i minste røret. Kantene bør rundes og pusses av med rasp eller grovfil, slik at skjøten blir stø og tett. Dessuten vil innløpsåpning med runde kanter gi mindre innsnevring av vasstrømmen. Overkopling er enklest å utføre og gir ellers beste avløpet for vatnet fra sideledningene, selv om samlerørene går mest fulle. Det er videre av mindre betydning både for vasstrømmen og for koplingsarbeidet om vinkelen mellom sideledning og samler er spiss, rett eller stump. Når denne koplingsmåten ikke alltid kan brukes, beror det bl.a. på at samleledningen må legges noe djupere enn ved sidekopling.

Sidekopling brukes derfor under vanskelige avløpsforhold og når fallet er lite. Det er 2 former av sidekopling: sluttkopling og stikk-kopling (fig. 45 b og c).

Ved stikk-kopling avfases det minste røret i enden slik at det kan stikkes inn i et tilsvarende sirkelrundt og konisk hull i sida av samlerøret. Den koniske form på rørenden og hullet skal forebygge at siderøret kan puffes helt inn i samlerøret. En må for øvrig passe på at siderøret ikke stikker inn i samlerøret og dermed bremser vasstrømmen. For å kunne se dette, må en ta opp rørene. Denne koplinga er vanskelig å utføre. Dessuten kan en ikke kople sammen ledninger av samme rørdimensjon. Dette er derimot lettere ved

Sluttkopling. I sida av samlerøret hugges her et rundt hull med presis samme diameter som i sideledningen. Sideledningsrøret hugges til i enden så det overalt slutter tett til utenpå det andre.

Ved sidekopling er det heldig om det minste røret kan hugges inn i øvre halvpart av det større røret. Men om dette ikke er mulig, bør det minste røret ikke legges lågere enn at senterlinjene kommer i samme nivå.

Det gjelder for alle disse skjøtene at de må lages så tette som mulig. Da vil det ikke være behov for særskilt tetting med leire eller sementmørtel. Men det vil være heldig å pakke godt omkring med rørbiter eller steinfliser for å få det hele mer stabilt. Dessuten bør en i jord som har tendens til å renne inn i rørene, legge bra med grus eller mose omkring skjøtene.

Som tidligere nevnt, skal siste røret i sideledningen være hel rørlengde. Denne koples til mest mulig midt på rørlengda i samlegrøfta. Det skal ellers ikke være mer enn én skjøt på hvert rør her.

Bordlurer eller borede trerør koples sammen på tilsvarende måte, ved overkopling eller sidekopling. Brukes finérrør, anbefales det å forsterke samleledningen i grøftekryssene ved å legge den i en stutt bordtut der. I emballasjekassene er det 4 bord som en kan lage slik tut av.

#### 5. Grusing eller annen dekking av rørledningen.

Rørledninger bør dekkes litt så snart som mulig etter legginga. Ligger rørene nakne i sterkt regnvær, har det lett for å skylle slam inn i dem. Sent på høsten kan teglrørene også fryse sund. Har det gått noen tid før dekkmaterialet legges på, bør en i vanskelig jord ta opp enkelte rør for å se om det er sand eller slam i dem. Er dette tilfelle, bør en ikke stole på at slammet skal vaskes ut av seg selv, men rense rørene med en gang.

De beste dekkmaterialer er grus og kvitmose. Av grus kan en regne at det trengs ca.  $1 \text{ m}^3$  til 80-100 m rør om hele røret dekkes, men  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  av dette når bare skjøtene gruses. Ovenpå grusen legger en helst litt matjord slik at det foreløpige dekklaget blir 15-20 cm tykt. Har en ikke særskilt dekkmateriale, bruker en matjord som forsiktig stikkes løs med spaden. Jorda må falle lett på rørene, spesielt må en passe på at stein eller større klumper ikke følger med. Først fylles rommet mellom røret og grøfteveggen, siden dekkes hele røret med et lag. Å bruke matjord like på rørene gjelder særlig i tett leirjord, hvor en bør sørge for at grøftefylla blir så lett gjennomtrengelig som mulig. I lettere jord er det ikke noe i veien for å dekke ledningene med undergrunnsjord når den er noenlunde steinren og lite slamholdig.

Når en bruker finérrør, bør dekkjorda tråkkes godt til på begge sider av rørstrengen.

#### 6. Kontroll av grøftearbeidet.

Grøfting er et langsiktig arbeid. Av største betydning er det derfor at arbeidet utføres godt. Dette er først og fremst i jordbrukerens interesse, men for arbeider som utføres med statsbidrag, bør også det offentlige gjennom sine funksjonærer ha et ord med i laget.

Det bør være regelen at grøftearbeidet kontrolleres, helst av planleggeren, før grøftene fylles igjen. Derved vil en lett kunne se om planen er fulgt nøyaktig. Eventuelle avvikelser noteres og merkes av på kartet. Feilaktig eller slusket rørlegging vil en best kunne oppdage om kontrollen kan foregå før rørene dekkes til. Men kontroll på dette trinn

kan en sjelden regne med er gjennomførbar i praksis. Ved kontroll senere må en derfor skrape vekk dekkmaterialet enkelte steder. Særlig må grøftekryssene undersøkes, i svinger bør en også se etter hvordan rørene er hugget til og lagt. Enkelte steder kan en f.eks. finne at grøfta er bredere enn vanlig fordi kantene har glidd ut. Dette er vanskelige partier. Her bør en spa opp enkelte rør for å se om det er sand eller slam i dem. Grøftedjupet bør også måles, om det virker påfallende uriktig. Men viktigere er det å undersøke om fallet på ledningen er stort nok og jevnt. En må da bruke nivellérkikkerten, og leser av høyden f.eks. for hver 10 m grøftelengde med stanga stilt direkte på rørene. Skal fallet da f.eks. være 5 o/oo, må altså høydeforskjellen mellom punktene være 5 cm, dvs. når avstanden mellom oppstillingspunktene er 10 m, må høydeforskjellen være så mange cm som fallet skal være i o/oo.

Videre bør en også se etter at riktig rørstørrelse er brukt på forskjellige steder.

#### 7. Gjenfylling av grøftene.

På lettere gjennomtrengelig jord er det ikke noe særlig å passe på ved dette arbeidet. Det eneste kan være å sørge for at matjorda kommer øverst igjen, samt at større stein fjernes fra grøftefylla. Dersom grøftejorda er blitt svært hard, må en bruke spade og kanskje hakke. Men ellers er det lettere og billigere å bruke hesteredskap, som moldskuffe, plog, slådd eller spesiell grøftefyller. Her kan nevnes Felleskjøpets grøftefyller (Kjølstads patent) som er et snøplogliknende redskap med slrå tverribber. Den trekkes av 2 hester, men kan ellers bare brukes når grøftejorda er mest likt fordelt på begge sider. For øvrig bruker en nå også bulldozer til dette arbeidet, likeså traktor med påmontert skrape. I forbindelse med prøven av Guthbertson grøfteplog i Østfold brukte en veghovel til fylling av grøftene. Den greidde 500 m pr. time.

I tett leirjord stiller det seg imidlertid annerledes. Tidligere er nevnt Flodkvists undersøkelser som viste at gjennomtrengeligheten i jorda over rørledningene er betydelig større enn i urørt jord ved siden av, og dette kan holde seg slik i mange år etter grøftinga. I tett jord sig vatnet hovedsakelig gjennom grøftefylla ned til ledningene. Derfor blir det gjennomtrengeligheten her som for en stor del bestemmer grøftingens effektivitet. Undersøkelser ellers i Sverige (Hallerfors, 1937) viste også at det på ingen måte var likegyldig hvordan grøftene fyltes igjen. På stiv jord ser det ut til å være bedre jo høyere moldinnhold grøftefylla har. Noen

bestemt sammenheng mellom humusinnholdet i grøftefylla og vatnets synkingshastighet har en dog ikke kunnet påvise. Det behøver derfor ikke så mye være den absolutte humusmengden som virker inn, men mer hvordan den humusrike jorda er fordelt i grøftefylla. Etter dette ligger det nærmest fortrinnsvis å bruke matjorda som grøftefyll. I allfall bør en så vidt mulig unngå å få ubrutt lag av tett undergrunnsjord i fylla over ledningen, men heller jevn blanding av matjord og undergrunnsjord.

I løs åker hvor matjorda er lagt på den ene sida, kan en v.h.j.a. slådd skrape matjorda på denne sida ned i grøfta, så mye at grøfta blir bortimot full. Etterpå jevnes overflaten med undergrunnsjord fra andre sida. Når en grøfter i voll, kan grøftene pløyes igjen. Derved kan en godt oppnå å få matjord nedenfra og oppover et stykke i grøfta for deretter å fylle resten med blanding av undergrunn og matjord.

For ploegen brukes 1 eller 2 hester på hver side av grøfta. Men en kan også bruke 2 hester på den side ploegen går og én hest på den andre. Det trengs da ca. 3 m lang hommel til dette.

Når grøftene fylles ved hjelp av hesteredskap, tar en samlegrøftene først. Men da må en med spaden fylle igjen litt av sidegrøftene nærmest samlegrøfta på forhånd, som overkjørsler.

I leirjord er det av stor betydning at grøftejorda hverken er for våt eller for tørr når den fylles i grøfta. Leirklumpene bør ha en plastisk konsistens. En uttørket leirklump suger opp vatnet sterkt, faller deretter sammen og minsker derved gjennomtrengeligheten. Når grøftefylla på den annen side er meget våt, eltes den tett med en gang og blir siden praktisk talt ugjennomtrengelig.

#### 8. Arbeidsmengder ved grøfting.

Ved kalkulering av grøftekostnaden må en anta en viss arbeidsprestasjon, men denne vil svinge sterkt etter forholdene. Først og fremst beror den på jordarten, men for en og samme jordart har det mye å si om den er rå eller tørr. Mye stein og røtter sinker også arbeidet sterkt. Grøfteslaget spiller også inn fordi jordmassene gjerne blir forskjellige. Djupe grøfter krever relativt mer tid enn grunne. Videre betyr det mye at en har øvde folk og at de bruker hensiktsmessig redskap. Ved akkordarbeid kan en regne med større prestasjoner enn ved tidslønn. Men ikke alt grøftearbeid høver til bortsetting på akkord. Skoping og rørlegging i rørgrofter, samt ellers steinsetting må være kvalitetsarbeid, og uten helt pålitelige arbeidsfolk bør dette ikke settes bort på akkord.

Etter Grøftekomitéen av 1941 gjengis noen tall som middel for vårt land. Det forutsettes her 1 m djupe grøfter i leir- og morenejord, 1,10 m i sand-, mo- og myrjord. Tallene er for øvrig mest skjønnsmessig antatt.

Tabell 32. Arbeidsmengder pr. 8 t. dag ved grøfting.

	Graving m	Legging, (setting) m	Fylling m	Ferdig grøft m	Dagsverk pr. km grøft
<u>Rørgøfter:</u>					
Leirjord .....	25	300	200	21	48
Sand- og mojord .....	35	200	200	26	39
Morenejord .....	15	200	200	13	77
Myrjord .....	35	300	200	27	37
<u>Steingøfter:</u>					
Leirjord .....	15	30	150	9	111
Sand- og mojord .....	20	20	150	9	111
Morenejord .....	9	30	150	7	143
Myrjord .....	25	30	150	13	77
Trerør i myrjord .....	35	300	200	27	37
Trelurer " .....	30	80	200	20	50
Rajer m. kryss, myrjord	25	60	150	16	63
Torvgøfter .....	40	150	200	28	36

Gjelder det graving av åpne grøfter, kan følgende tall etter M.O. Nordenborg i "Lantbrukets Arbetslära" være til rettledning:

Kubikkmeter jord pr. time ved graving av åpne grøfter.

<u>Djup, m</u>	<u>Rå leire</u>	<u>Tørr leire</u>	<u>Sand</u>	<u>Mold og torv</u>
0,8	1,0	0,8	1,3	1,9
1,0	0,8	0,65	1,0	1,5
1,4	0,6	0,5	0,8	1,2
1,8	0,4	0,35	0,5	0,3

Dette er normale arbeidsprestasjoner etter oppgaver fra forskjellige deler av Sverige. Det er å merke at de gjelder for stein- og stubbefri jord.

Etter samme forfatter refereres videre noen tall vedrørende lukte grøfter. Tallene er basert på observasjoner utført av grøfteformenn i Skaraborgs län. Gravinga er utført på akkord, og prestasjonene må betraktes

som maksimalprestasjoner. Ved tidslønn antas det at prestasjonen vil ligge minst 30-35 % lågere.

Rørlegginga har grøfteformennene utført. Grusing og gjenfylling har ikke vært akkordarbeid.

Tabell 33. Arbeidsmengde, meter pr. time e. M.O. Nordenborg.

	Sidegrøfter (1,1-1,2 m)			Samleggrøfter (1,2-1,4 m)		
	Morene	Leir	Sand	Morene	Leir	Sand
Graving (akkord)	2,2-3,1	3,6-6,5	6,0-6,2	1,2-2,2	3,1-5,6	4,5-6,8
Skoping etter graving	28	49-53	60-80	22-30	34	45-55
Grusing under rørene	-	-	120-160	30	-	107
Rørlegging <sup>1)</sup>	18	63-70	50-80	15-20	33-60	40-60
Grusing på rørskjøtene	75	70-84	78-85	-	70	60
Matjord på rørene	150	210-270	200-260	30	-	-
Gjenfylling med hånd	15	15-26	29-32	11	20	21
" " plog	150	127-216	180	-	90	-

1) Tilhugging av rørskjøtene er ikke medregnet. Her gikk det f.eks. med 14-15 min. ved innhugging av 2" i 3"-4" og 20-30 min. ved innhugging av 3"-4" i 4"-5" rør.

Tallene i tabell 33 gjelder for øvde arbeidere. De ligger iallfall høyere enn tallene i tabell 32. Noen tall som antakelig er lettere å tilpasse, skal gjengis etter G. Hallaren. De gjelder for graving av 1 m djupe sidegrøfter på akkord:

Hard morene (pinmo).....	15-20 m daglig (8 t.)
Morene-blandet mo.....	20-25 " " "
Løs sandbl. leire, mojord.....	30-35 " " "
Lettere leire, passe fuktig.....	35-40 " " "
Stiv leire " ".....	35-40 " " "
Stiv leire, ganske tørr.....	25-30 " " "
Torv, moldjord.....	50-60 " " "

Ved graving med grøfteplog kan en regne 25-30 m/t. for 2 hester og 2 mann, 50-60 m/t. for 4 hester og 2 mann. Ved traktordrift (3 mann) kan en regne 60-65 m pr. time.

Ved gjenfylling av grøfter med hesteredskap kan en regne med følgende arbeidsmengder:

Plog eller grøftefyller, 1 mann og 2 hester	100-200 m/t.
Moldskuffe, 1 mann og 1 hest	40-60 "
" , 2 mann og 1 hest	60-80 "

Hvor lang tid en skal regne til oppsetting av slambrenner, vil særlig bero på byggematerialet og størrelsen. Det blir i alle tilfelle noe ekstra jordmasse å ta opp. Den kan jo beregnes. Skal brønnen mures av stein, tar det lang tid. Nedsetting av sementrør er ganske fort gjort. Arbeidet med steinsiler og grusfiltre kan anslagsvis regnes å ta fra 1/3 til 1 dag, etter størrelsen og forholdene.

#### XX. SÆRLIGE TILFELLE VED GRØFTING.

Gjenslamning er uten tvil den vanligste årsak til at grøftesystemer på flatbygda forstyrres. En meget viktig oppgave her er å bestemme ledningens dimensjon og fall i forhold til ulike jordarters tendens til å slamme igjen rørene.

Av erfaring vet en at kvikksand, kvikkleir, mjele og mojordarter i det hele har lett for å trenge inn i ledningene. I slike tilfelle bør fallet i 2" sideledninger helst være større enn 5 o/oo. Derved skulle vasshastigheten bli omkring 0,35 m/sek. i fulltløpende rør. Men det er trolig at den virkelige vasshastighet ved dette fallet ofte blir mindre, idet 2" sideledninger sannsynligvis relativt sjelden går helt fulle.

Videre bør en nøye følge regelen om at fallet skal øke nedover i grøftesystemet, økende fall ved overgang fra sidegrøft til samlar.

Dersom fallet ikke kan økes utover en viss grense, kan det bli tale om å velge større rørdimensjon. Som tidligere nevnt, må dette praktiseres med måte. Ved samme vassføring vil en i større rør som ikke går fulle kunne få mindre vasshastighet enn i relativt små, men store nok rør. Større rør vil også med tida slammes igjen. Men mange mener likevel at store rør er bedre, mest fordi det går noe lengre tid før grøftene blir tette. Relativt store rør vil antakelig lettere skylles rene dersom en rent temporært kan få stor nok vassføring og vasshastighet p.g.a. oppdemming og overtrykk.

Små system, stutte grøfter er ellers å anbefale i slik jord. Faren for tilslamning øker sterkt med grøftelengden, især når fallet er lite. Skaden ved tilstopping blir mindre når grøfta er stutt enn når den er lang. Dersom en må grave fall, er det også nødvendig at grøfta er stutt av hensyn til gravearbeidet og grøftedjupet.

Selv om fallet er så bra i slamjord at rørene er selvrensende, kan innløpsåpningene for vatnet, rørfugene, bli kittet igjen. For å unngå



dette og likeså for å motvirke gjenslamming ved dårlig fall, bør ledningene omgis med en eller annen filtermasse. Her brukes forskjellige materialer, men best er nose, grus, myrjord, og torvstrøy.

Mosefilter har vist seg meget effektivt i forsøkene på mjela på Hvan. Grøftene der er lagt med et fall på 1:300-400. Dette er ganske lite, men ved å bruke godt mosefilter kunne en således spare atskillig graving av fall. Men betingelsen for godt resultat er, ifølge Boysen, at et slikt filter må lages meget omhyggelig. Et svakt punkt, en direkte åpning på et eneste sted kan gjøre at grøfta blir ødelagt på få år.

Når mjela eller kvikksanden går djupere enn grøftene, må hele ledningen omgis av et 15-20 cm tykt filterlag. Det er like viktig at det ligger under som over og på siden av rørene. Blir rørene derimot liggende nede i leira, er det nok med filter over og på sidene. Det bør da være minst 20 cm tykt lag over dem.

Forsøk med noen dekkingsmaterialer for å prøve deres effekt som filter er utført i Tyskland, dels som laboratorieforsøk, dels som markforsøk (offentliggjort 1926). Resultatet fra laboratorie-forsøkene var følgende: Når sandmengden i udekket ledning settes = 100, var den, når rørene ble dekket med:

1. Lang halm .....	75
2. Ovnsstoff, over og på sidene .....	6
3. " helt rundt rørene .....	5
4. Torvstrøy, over og på sidene .....	8
5. " helt rundt rørene .....	1,4

Lang halm er nesten verdiløs. Av interesse ellers er det gode resultat ved bruk av torvstrøy omkring rørene.

I markforsøket ble ledningene undersøkt etter å ha ligget i 4 år. Dekkingsmaterialene fikk karakter fra 1 til 10 med 10 som beste sådan. Resultatet var:

1. Langhalm .....	karakter ca. 1
2. Takpapp .....	" " 3
3. Mose med lauv .....	" " 8
4. Hakk og agner .....	" " 9

Det danske Hedeselskab har forsøk i gang på Jylland for å se om en der får liknende resultater. Etter å ha ligget i 2 år ble ledningene ettersett høsten 1947. En undersøkte 3 rør fra hvert ledd. Sandinnholdet ble tørket og veid. Det foreløpige resultat var følgende:

<u>Dekkmateriale</u>	<u>Gram sand pr. rør.</u>
1. Agner .....	163,4
2. Torvstrøy på sidene og over rørene .....	112,0
3. Hakk .....	111,6
4. Lang halm .....	78,4
5. Kort lyng .....	47,1
6. Torvstrøy helt rundt rørene .....	8,6

For udekket ledning fikk en ingen tall fordi trerøtter delvis hadde tettet den.

Som en ser, er de danske og tyske resultater ikke helt overensstemmende, men de tyder iallfall på at mose og torvstrøy er bra dekkemateriale. Videre framgår også at dekking helt rundt rørene er nødvendig i vanskelig jord.

Grusfilter (grov sand eller fin grus) er ellers mye brukt både i Danmark og i Sverige. Om en skal bruke mose, torvstrøy eller grus, beror på hva som kan skaffes billigst.

Når en grøfter grunn myr, som ligger på kvikksand, bør en bruke filter på liknende måte. Men en lager dette av myrjorda på stedet. Grøftene kan en spa opp litt bredere og djupere enn vanlig, og så stikke løs myrjord fra sidene til en får et ca. 15 cm tykt lag på botnen. I dette laget stamper en ut renne til rørene. Når disse er lagt, stikker en bare løs mer myrjord til hele ledningen blir forsvarlig dekket helt rundt.

Tidligere er nevnt bruken og nytten av slambrenner. Ved hjelp av dem kan en dele opp et system i mindre enheter, som bedre kan kontrolleres.

Grøfteslaget er ikke uten betydning. I vanskelig jord er rørgroft-er mest hensiktsmessige. Ved samme fall og vassføring får en størst vasshastighet i rørledninger. Dessuten er de lettest å isolere effektivt. Om de blir i ustand, er de også enklest å ta opp igjen.

Vanskelige gravingsforhold kan en komme ut for i kvikksand og liknende jordarter. I våt tilstand vil grøftesidene lett rase sammen. Derfor bør grøfting her helst utføres i den tørreste årstida. Ellers må grøftene gjøres helt ferdige stykkevis nedenfra. På forhånd bør en da ha skåret av mulige tilsig av overflatevatn eller grunnsig fra områder utenfor grøftfeltet. Som før nevnt, må en ved graving og legging nedenfra ha nivellert grøfta og satt opp tilstrekkelig mange høydefliser. I grøfter med vanlig djup kan det gå bra ved å konsentrere mannskapet på ett sted. En mann kan f.eks. ta de 2-3 øverste spastikkene, en annen tar botnstikket og skoper botnen, en tredje gruser under rørene, eventuelt bruker en mose, og støter

opp botnrenna, legger rørene ned og dekker dem godt med en gang. Øverste rørenden tettes med en mosedott e. likn., mens neste stykke gjøres ferdig til rørlegging. På denne måten kan arbeidet gå så fort at jorda praktisk talt ikke får tid til å rase ut. Djupere grøfter kan en måtte ta så brede at en får rom til å sette opp avstiving. Er jorda helt ustabil, må en sette ned ganske tett spuntvegg. Men er den mer stabil, kan en greie seg med tverravstiving mellom en eller to horisontale planker på hver side i forskjellig høyde. Mellom disse plankene og jordveggen kan en så sette ned vertikale planke- eller bordstubber så tett som jorda krever det.

Utfelling av okker, ferrihydroksyd,  $(Fe(OH)_3$ , kan være sjenerende både i mineraljord og i myr. Det kan forekomme over større sammenhengende arealer eller være mer begrenset til oppkommer og grunnsig. I Danmark f.eks. er det ikke så sjelden på kunstig inndemte områder at vatnet i kanalene kan være grumset og helt rustfarget.

Jernutfelling merkes først og fremst ved at rørene stoppes til med en gulaktig masse. Dernest legger det seg utenpå rørene og tetter både rørveggen og rørfugene, slik at vatnet ikke kommer inn i ledningene.

Tidligere mente en at jernutfelling i hovedsaken var en rent kjemisk prosess, betinget av surstofftilgang. En to-verdig jernforbindelse, som f.eks. ferrokarbonat, er oppløselig i kullsyreholdig vatn og vil forekomme som ferrohydrokarbonat. Derved får vatnet en ubehagelig metallisk smak. Når dette vatnet kommer i forbindelse med luft, oksyderes ferroforbindelsene til ferrihydroksyd. For å hindre at dette skjer i grøftemunningene og et stykke innover i rørene, har en både hos oss og f.eks. i Danmark praktisert den framgangsmåten at en lar grøftene munne ut under vatn i avløpskanalen. På Mæresmyra var en ifølge Lende-Njá plaget av at grøftene stoppet til i løpet av 2-3 år p.g.a. jernutfelling. Særlig trelurene i grøftemunningene viste seg å være utsatte. Men etterat de begynte å legge grøftemunningene under vatn, ble de kvitt denne plagen. Dette ordnes ved å legge treluren eller rørlengden i selve munningen med sterkere fall enn i grøfta bakenfor. Når en i dette og liknende tilfelle har oppnådd gode resultater, synes den kjemiske utfelling å spille en viss rolle.

Men undersøkelser har også vist at jernutfelling kan skyldes s.k. jernbakterier (særlig slektene Crenothrix, Gallionella og Leptothrix). Gjengroing av trykkvassledninger med rust må vel helst skyldes slike bakterier. Men da jernbakteriene er anaerobe, hjelper det lite å stenge lufta ute. Derimot har en funnet at de er ømfintlige for selv små koppermengder i vatnet. I tyske forsøk fant en således å kunne hindre jernutfelling ved å legge 8 cm brede kopperbånd over hver rørskjøt.

I et dansk laboratorieforsøk (Jensen, 1938) undersøkte en virkningen av metallisk koppper på den mikrobielle oksydasjon. Koppperet hindret tydelig jernbakterienes virksomhet. Forsøket viste også at den rent kjemiske oksydasjon i dette tilfelle måtte være av lite omfang. Mange mener nå at bakterienes utfelling kvantitativt spiller den største rolle.

Som forebyggende midler mot okkerutfelling gjelder stort sett det samme som for kvikksand: små system, stutte grøfter med bra fall og godt lagt rørledning, kanskje med litt grøvre rør enn vanlig. Ellers ser det ut til å være viktig at rørene er helt glatte innvendig. Grusfilter om rørene eller over skjøtene synes også ha noe beskyttende virkning. I klarekummer vil en kunne få kraftig jernutfelling. Kummene må derfor renses ofte. Muligens bør det også her være dykket tilløp og avløp for å unngå kjemisk utfelling i rørene.

Dersom det jernholdige vatnet er avgrenset til enkelte oppkommer eller grunnsig, bør grøfter herfra ikke settes inn i større system, men om mulig føres direkte til avløpet.

I særlig jernrik myr kan det bli nødvendig å la de fleste grøftene stå åpne inntil det meste av jernet er fjernet.

Når en ledning er tettet med okker eller sand, kan en måtte grave den opp, renses rørene og så legge dem ned igjen. Eller en kan trekke gjennom en ståltråd med påsatt børste e. likn. Dette må være stiv tråd eller spesielt stålbånd for rensing (rasing) av rørledninger. Tråden skyves først inn i ledningen så langt som mulig, fra munningen, klarekum eller annet sted. Der hvor tråden da antas å være, graver en opp grøfta og tar ut ett eller to rør for å kunne dra tråden gjennom hit. En fortsetter så videre herfra.

I Danmark har en i den senere tid eksperimentert med et apparat for rensing av grøfterør, s.k. "okkerraket". Dette er en spiral eller propell som drives med trykkluft. Propellen er montert i enden av en gummi-slange som leder lufta fra kompressoren. Denne drives med bensinmotor. Kompressor og motor er montert på en liten vogn. Når propellen skrues seg inn, hjelper returluften til med å drive ut løsmaterialet. Det bør være rikelig med vatn i ledningene. Da kan "raketten" gå 40-50 m mot og 80-90 m med strømmen i dem. Om en samtidig får noen rensing av rørfugene, vet en enda ikke.

Press-saft fra grassiloer er det ikke heldig å få blandet med vatnet i rørgøfter. Det viser seg at rørene i løpet av ganske kort tid kan lukkes fullstendig av en grønnlig, slimet masse. Ifølge danske undersøkelser

dannes denne massen av en sopp (Mucedinaceae (Amerosporae)) som under gunstige forhold formerer seg sterkt ved knoppsskyting. Ved rendyrking fant en at soppen trivdes best i en oppløsning og best ved pH omkring nøytralpunktet. Ved pH 4 var veksten meget liten og nesten innstilt ved pH 3.

Press-saften fra siloer har pH ca. 4, altså ikke særlig gunstig for soppens formering og vekst, men innholdet av plantenæringsstoffer er høyt, nemlig:

0,05 - 0,1 % fosforsyre ..... ( $P_2O_5$ )  
0,3 - 0,6 " kali ..... ( $K_2O$ )  
0,1 - 0,3 " kvelstoff ..... (N)

Når den næringsrike press-saften blandes med friskt grøftevatn, blir livsbetingelsene for soppen meget gunstige.

Som forebyggende middel prøvde en til å begynne med tilsetning av  $CaCO_3$ , imidlertid med dårlig resultat. Videre anbefales desinfeksjon ved tilsetning av klorkalk. Forsøk med dette synes å tyde på at en kan hindre soppens utvikling. En har også tenkt på å anbringe en kopperring innvendig i avløpsrøret. Dette er enda lite prøvd. Videre har en prøvd filtrering av press-saften ved å la den passere jordlaget over rørledningen. Men det har vist seg (på Jylland og Fyn) at en får stor soppdannelse i ledningen selv om væsken har passert jordlaget over den.

En annen og godt brukbar metode er å pumpe eller på annen måte bringe press-saften over i urinkummen, om sådan fins.

Røtter fra trær og busker kan vokse inn i rørledningene og tette dem helt. Særlig utsatt er ledninger som stadig fører vatn, fra oppkommer eller grunnsig. Om mulig bør en ved planløsningen legge samlegrofter utenom tregrupper og alléer. Må de graves gjennom hekker o.likn., bør en bruke jernrør under hekken og ca. 10 m til hver side. Sement-mufferør kan også brukes, men skjøtene må tettes med sementmørtel eller blanding av leir og steinkoltjære. Da kommer imidlertid heller ikke vatnet utenfra inn i ledningen her. For å hjelpe på dette, særlig i sideledninger, har en lagt hylser av takpapp omkring rørskjøtene, eller en har dyppet rørendene i karbolineum eller steinkoltjære. Den mest hensiktsmessige sikring av små ledninger er antakelig å dekke rørene med koksslagg eller koksaske. Steinkolstøv og sagflis nevnes også. Lite omsatt kvitmosetorv er næringsfattig og mest steril og skulle være effektiv, når det brukes tilstrekkelig av den.

For løs botn kan en få i djup, løs myr. For å hindre at teglrør synker enkeltvis, kan en legge dem på en bakkon. Helst bruker en også ei

lekt på hver side, slik at rørene ikke kan skyves til siden. Er botnen noenlunde fast og jevn, kan en legge rørene på to langsgående lekter, som holdes sammen i passe avstand med tverrtrær. For øvrig kan botnen forsterkes ved å stampe ned grus, lyng o.l. Trelurer i 5 m lengde passer ellers godt i slik myr, likeså finérrør som er lette og gir sammenhengende rørstreng. Stanggrøfter og risgrøfter er også relativt sikre her, når en har trematerialer nok. Videre kan det bli tale om å bruke åpne grøfter ei tid inntil myra har "satt seg".

Gjenfylling av åpne grøfter er for tida et aktuelt spørsmål mange steder. Åpne, grunne grøfter, som ser tilsynelatende uvirksomme ut, bør en ikke uten videre pløye igjen. I så fall vil en ganske sikkert få erfare at det blir ei rå stripe der. Vatnet har tendens til å følge de gamle vassveger i jorda. Grøftene renskes opp til høvelig djup og legges igjen med ett eller annet ledningsmateriale. Men ikke alltid passer det å legge nye grøfter presis i det gamle grøftefaret. Når åpne grøfter tidligere bruktes i detaljgrøfting, ble de, særlig i flatt lende, som regel lagt utover fallet. Når en så vil ha dem vekk og dessuten bør praktisere tverrgrøfting, må de åpne grøfter erstattes med lukte som da vil krysse de gamle grøftene.

Når en ved grøfting skjærer over gamle, lukte grøfter, som ser ut til å være i funksjon, bør en sørge for at det blir forbindelse med den nye ledningen. Om denne sammenkopling ikke kan ordnes på annet vis, vil et grusfilter der gjøre god nytte.

Ved store vassmengder i samlegrøfter kan en måtte bruke sementmufferør, når teglrørdimensjonene ikke strekker til. Store rør blir imidlertid dyre. Det kan være aktuelt å dele vassmengden på flere ledninger, flere samlegrøfter. Men om dette lønner seg eller ikke, må beregnes i hvert enkelt tilfelle, idet en tar hensyn til ekstra gravekostnad, ulemper og kostnad med flere grøftemunninger o.likn. Å legge 2 rørledninger i samme grøfta er vanlig ikke tilrådelig. I allfall må grøfta da være over dobbelt så bred som ellers i botnen, fordi en av hensyn til erosjonsfaren må ha noe fastpakket jord mellom rørstrengene.

For stort fall kan en få hos oss, særlig i samlegrøfter. Vasshastigheter over 1,5 m/sek. er ikke heldig i rørgøfter. På slike strekninger legger en mufferør og tetter skjøtene med sementmørtel. Om det faller billigere, kan en også lage dobbeltvegget ledning av teglrør, idet f.eks. 3" rør kan stikkes inn i 5" eller 4" inn i 6". De indre rør forskyves en halv rørlengde i forhold til de ytre, slik at skjøtene dekkes. Dersom grøfta må føres ut over en bratt knekk, kan noe av fallet også tas vekk i en s.k. styrtrønn. Denne kan se ut og lages omtrent som vanlig slambrønn, men det blir altså stor høydeforskjell mellom innkommende og utgående rørledning.

## XXI. GRØFTENES VEDLIKEHOLD OG TILSYN.

Når grøftearbeidet er godt utført, blir det lite vedlikehold med lukte grøfter. Dette er en av de største fordeler ved dem framfor åpne grøfter. Men det må ikke føre til at grøftene glemmes og tilsynet sløyfes helt. Årlig tilsyn med grøftesystemene bør være regelen. Særlig må en holde øye med grøftemunninger og slambrønner, eventuelt også grusfiltre og steinsiler.

Grøftemunningene må holdes rene for slam og andre ting, som av og til trenger inn i dem. Dersom avløpet er grunt og med slamførende vatn har grøftemunningene lett for å bli nedgrodd. De er lettere å finne når de merkes av med solide påler i avløpskanten. Munningene renskes opp slik at de er i orden for den større vassføring vår og høst.

Selv om grøftemunningene lages av sementrør, har de ikke samme holdbarhet som teglrørsledninger inne i systemet ellers. En må derfor regne med at de må skiftes ut mot nye etter en del års forløp. Spesielt må en jo passe på dette når en bruker munning av trelur. Disse kan ellers bli varigere dersom en bruker impregnerte materialer.

Slambrønner og brønner for inntak av overflatevatn må ha regelmessig tilsyn og renhold, om de skal svare til hensikten. Rensinga kan gjøres ved hjelp av ei skope på langt skaft. Steinfyllinga omkring brønnen bør også ettersees av og til, slam og jord fjernes fra den. Dersom brønnlokket ligger mest jevnhøyt med jordoverflaten, bør en spesielt om våren under snøsmeltinga passe på å skyve lokket tilside slik at smeltevatn kan komme nedi, før jorda ellers er tint opp. Derved kan en hindre at det dannes seg store is- og vassdammer på jordet.

Steinsiler og grusfiltre kan også bli tette og må tas opp. Steinen kan brukes på nytt, om den ikke er altfor tilsølet. Men finere materiale, som grus, må erstattes med nytt og rent sådant. Disse innretninger skal jo fortrinsvis være nedløp for overflatevatn. Når snøsmeltinga om våren skjer før jorda er tint opp, bør en spette hull gjennom telen i grusfiltre og steinsiler, for å skaffe vatnet raskt avløp.

Av og til kan en på nygrøftet jord finne at flomvatn har gravd seg ned til ledningen gjennom den løse grøftefylla, slik at det er store hull. Dette er ikke heldig, og slike hull bør derfor fylles og pakkes godt igjen for å unngå gjentakelse. Her kan en gjerne bruke noe mose eller myrjord.

I jord med jernholdig vatn kan utfelling av okker gi atskillig vedlikeholdsarbeid, dersom en ikke skal risikere at hele systemet ganske snart er ute av funksjon. Tidligere er nevnt hva det kan dreie seg om, bl.a. gjennomtrekking av ledningene. Det anbefales at en begynner med dette i systemets nedre del og fortsetter stykkevis oppover. Er ledningen rett, kan en kanskje greie et stykke på 40-50 om gangen. En må passe på at en ikke får slam inn i den delen som alt er rengjort. Hele ledningen må være i orden før noe fylles igjen.

Ellers er det for øvrig ikke så sjelden at lukte grøfter blir tette. Som regel er det gjenslamming av en eller annen årsak. Dette merkes lett som en våt flekk omkring og ovenfor det stedet hvor skaden fins. Om det gjelder samlegrofter, er det særlig viktig å få dette rettet så fort som mulig. Når en har grøftekart, vil det ikke være vanskelig å finne grøfta, slik at den kan måles inn og stikkes ut noenlunde. Har en ikke noe å gå etter, heller ingen kjentmann på stedet, må en prøve seg fram ved å grave tvers over den sannsynlige grøfteretning. I nedkanten av den våte flekken graver en ellers først ei stutt grøft tvers over grøfteretningen og tar forsiktig opp et rør her. Er det lite vatn i dette, må skaden ligge ovenfor. Står rørene derimot fulle og vatnet dessuten etterhvert renner ut i tverrgrøfta, er skaden å finne nedenfor. Det kan ellers være nødvendig å grave seg ned på flere steder før en finner feilen og kan konstatere om det nytter å trekke tråd gjennom ledningen. Det kan jo være at enkelte rør er defekte således at hele ledningen eller deler av den må legges om.

Dette er også eneste midlet når grøftene er lite virksomme p.g.a. vasstette rørfuger.

Gamle steingrofter som er tette, vil en nødig ta opp igjen og sette på nytt. Ofte er de for grunne til det. Dessuten gir det ikke lite arbeid. Mindre heldig er det også å sette ned igjen sølete stein. Derfor legger en heller ei grøft ved siden av den gamle forbi tettingsstedet og kopler den til ovenfor og nedenfor. I denne hjelpegrøfta kan en godt legge rør eller trelurer.



## XXII. GRØFTINGENS LØNNSOMHET.

Av norske grøftforsøk har vi ingen på mineraljord som direkte kan vise meravlinga ved grøfting. Betingelsen for dette er jo at en har med ugrøftet forsøksledd. På myr er ikke dette så påkrevd fordi avlinga her uten grøfting i de fleste tilfelle = 0.

I Sverige har en også lite materiale som direkte viser grøftingens lønnsomhet. I Danmark er det hittil bare ett grøftforsøk på åkerjord (leirjord), forsøket i Kvorning, Jylland, som har ugrøftet ledd.

Grøftforsøket på leirjord, Hvam, viste at det minste prøvde grøftedjup, 0,95 m, var tilstrekkelig der. Tilsvarende beste grøfteavstand var omkring 9 m. Den svakeste grøfting i forsøket på denne jorda fikk en med 1,25 m djupe grøfter i 15,1 m avstand (tabell 20). I gjennomsnitt for 8 år (1914-21), med omløpet der, ble avlingsforskjellen mellom nevnte optimale og svakeste grøfting ca. 50 f.e. pr. dekar og år. Ved svakeste grøfting ble avlinga gjennomsnittlig 218 f.e. pr. dekar og år. Det er lite sannsynlig at en oppnår så stor avling på slik stiv leirjord uten grøfting, altså uten at også den svakeste grøfting i dette tilfelle måtte ha virket atskillig. Derfor ville forskjellen mellom avlinga på ugrøftet og optimalt grøftet jord her sannsynligvis ha ligget atskillig over 50 f.e. pr. dekar og år. Men vinninga ved grøfting ligger ikke bare i økt avling. En av de største fordeler ellers er minsket arbeid med jorda. Danske bønder på Sjælland regner med at det kan dreie seg om 25-30 % mindre arbeid med jordbehandling. Denne jorda var før grøftinga ikke mer vassjuk enn at den hadde ligget i normalt omløp der. På den annen side gir grøftinga årlige utgifter til rente, avskrivning og vedlikehold.

Seksjonen for Kulturteknikk i N.J.F. har foreslått følgende formel for utregning av den årlige vinning ved grøfting:

$$F = (S+A) - \left(G \frac{a}{100} + U\right) + x$$

F = Årlig vinning ved grøfting sammenliknet med ugrøftet jord.

S = Nettoverdi av meravlinga.

A = Innspart arbeidskostnad.

G = Grøftetekostnad.

a = Rente og avskrivning (50 år)

U = Vedlikeholdsutgifter (0,5 % p.a.).

x = Mulige andre fordeler som kan beregnes særskilt.

Som nevnt har vi lite grunnlag for verdien av S. Det samme gjelder A. Her vil det for øvrig bli så mange skjønnsmessige vurderinger at betydningen av eventuell tallverdi blir tvilsom. En bør også verdsette grøftingens bidrag i retning av å muliggjøre mekanisert drift av gården og jorda.

Det er da lettere å gå omvendte vegen, nemlig beregne hvor stor verdi meravlinga må representere for å kunne gi rente og avskrivning av grøftekapitalen.

Ved hjelp av annuitetsformelen kan en beregne årlige utgifter til renter og avskrivning. Vi antar at grøftekostnaden er kr. 200 pr. dekar, videre regnes med 50 års avskrivningstid og rente 3 % p.a.:

$$1. \text{ Årlig utgift } \frac{200 \times 1,03^{50} \times 0,03}{1,03^{50} - 1} = 7,78 \text{ kr. pr. dekar.}$$

Med førenhetspris 50 øre ville det således trenge ei meravling på 15-16 f.e. pr. dekar og år.

Varigheten av grøftene vet en ikke noe bestemt om. Det beror mye på jordartsforholdene. På ren leirjord antas de å kunne fungere i 75-100 år. 50 års avskrivningstid skulle i så fall synes rimelig. Men i mange tilfelle er det antakelig for lang tid. Dessuten vil en helst ha kapitalen tilbake før. Regnes med 25 år, får vi følgende:

$$2. \text{ Årlig utgift } \frac{200 \times 1,03^{25} \times 0,03}{1,03^{25} - 1} = 11,50 \text{ kr. pr. dekar.}$$

Med samme førenhetspris måtte meravlinga være ca. 23 f.e. pr. dekar og år.

Om vi ser den forretningsmessige side av saken mer fra en forpakters synspunkt og regner med høyst 10 års avskrivningstid samt 4 % p.a. i rente, får vi:

$$3. \text{ Årlig utgift } \frac{200 \times 1,04^{10} \times 0,04}{1,04^{10} - 1} = 24,70 \text{ kr. pr. dekar.}$$

Hertil trenge ei meravling på ca. 50 f.e. pr. dekar og år, forutsatt 50 øre pr. f.e.

I eksemplene er det ikke tatt hensyn til vedlikeholdsutgifter. Disse anslåes vanlig til 0,5 % p.a., eller ca. kr. 1,00 pr. dekar og år i eksemplet. Men det er ingen tvil om at de andre fordeler som grøftinga medfører, vil mer enn oppveie vedlikeholdsutgiftene.

I 3. alternativ, 10 års avskrivningstid, trengtes ei meravling på ca. 50 f.e. pr. dekar og år. Grøfteforsøket på Hvam viste ca. 50 f.e. forskjell mellom svak og optimal grøfting. Sannsynligvis ville det ha blitt atskillig større utslag og fordel for optimal grøfting sammenliknet med ugrøftet. Om en kunne regne med 80-85 f.e. i meravling pr. dekar og år, ville en få grøftinga betalt i løpet av 5-6 år. Det tør hende at dette slett ikke er noen uvanlig foreteelse i praksis.

Et enkelt eller noen få forsøk er imidlertid for spinkelt materiale å bygge på, særlig under våre forhold. Men for jord som tydelig trenger grøfting, ser det ikke ut til at utslagene for grøfting i praksis vil være mindre ved rasjonell drift enn i nevnte forsøk. Skjønnsmessig vurdering av avlingsøking, bl.a. i Danmark, tyder på at en erfaringsmessig regner å få grøftinga betalt i løpet av 4-5 år. Her må en rimeligvis forutsette slik driftsmåte at fordelene ved fullstendig grøftet jord kan nyttes helt ut.

For myr vil det relativt sjelden være tvil om grøftingens lønnsomhet, når arbeidet er riktig og rasjonelt utført. Men for mineraljord kan en nok komme ut for tvilsomme tilfelle. Det gjelder spesielt grøftingens intensitet, som en for øvrig alltid bør søke å avpasse etter behovet, etter jordarten og driftsmåten. Det er i slike tilfelle en griper til skrittvis gjennomføring av grøfteprosjektet for ikke å legge ned større kapital enn høyst nødvendig. Skal en f.eks. vesentlig drive forproduksjon, vil relativt svak grøfting sannsynligvis lønne seg best.

I mange tilfelle blir det lite spørsmål etter grøftingens lønnsomhet fordi denne siden av saken ansees som opplagt positiv. En tenker da særlig på den direkte nytten. Men ved sin indirekte nytte vil grøfting stå kanskje likeså sterkt, særlig i intensivt jordbruk og hagebruk. Grøfting muliggjør således f.eks. utnyttning av et så relativt billig driftsmiddel som kunstgjødsel for tida er. Videre trenger den moderne og rasjonelle mekanisering av de fleste jordbruksarbeider bedre grøftet jord. Dette er alminnelig erfaring.

XXIII. LITTERATUR.

- Adolfsson, Torsten: Om dräneringsledningars kapacitet. Grundförbättring nr. 2, 1947.
- Almlöf, Erik: Dikning I og II. Stockholm 1941.
- Almlöf, Erik och Ohlson, Nils-Erik:Handledning i användning av täckdi es-plogar. Medd. 209. Jordbrukstekn. Inst.
- Andersson, Sigvard: Några observasjoner över ett sommarregn på en betes-matta. Grundförbättring nr. 3, 1947.
- Childs, E.C. 1936. The transport of water through heavy clay soils. I. III. J. Agric. Sci. 26.
- Dachler, R. 1936. Grundwasserströmung. Wien.
- Ekström, G.: Några dräneringsproblem ur hydrogeologisk synpunkt. Grundförbättring nr. 1, 1947.
- Flodkvist, H. 1931: Kulturtechnische Grundwasserforschungen. Sv. Geol. Unders. Årsbok 25. Nr. 4.
- " : Rödkläverens vattenupptagning under torrår. Grundförbättring nr. 3. 1937.
- Flodkvist, H. & Gustafsson, Y. 1938: Hydrologische Forschungen. I. Studien über Grundwassereinströmung durch die Fugen der Drän-leitungen. Lantbrukshögsk. Ann. 5.
- Gardner, W., Collier, T.R. & Farr, D. 1934. Groundwater I. Fundamental principles governing its physical control. Utah Agr. Exp. Sta. Bull. 252.
- Gustafsson, Y.: Om teorierna för vattnets binding och rörelse i jord med särskild hänsyn til nyare forskningsresultat. N.J.F. hefte 7-8 A. 1937.
- " : Untersuchungen über die Strömungsverhältnisse in gedräntem Boden, 1946.
- " : Om materialtransport i dräneringsledningar. N.J.F. Beretn. 1938.
- " : Om dräneringsledningars verkan. Svensk Jordbruksforskning. Årsbok 1947.

- Gustafsson, Y.: The Influence of Temperature on the Permeability of Soils to Water. Lantbrukshøgsk. Ann. 8. 1940.
- Hallgren, G. och Johansson, O.: Om tubulering. Grundförbättring nr. 3, 1948.
- Jakobsen, J.M. 1946. Vejledning i Dræning.
- Junsela, T.: Untersuchungen über den Einfluss des Entwässerungsverfahrens auf den Wassergehalt des Bodens, den Bodenfröst und die Bodentemperatur. Helsinki 1945.
- " : Über die Dränungstiefe, 1947.
- Keso, Lauri: Bodenuntersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Strangentfernung. Helsingfors 1930.
- Løddesøl, Aasulv: Tyrene i næringslivets tjeneste. Oslo 1948.
- Lømsland, D.: Om grunnlaget for vannregulering på myr. Særtr. av Medd. fra Det Norske Myrselskap, 1946.
- Norrgård, A.: Differentierad drænering. Grundförbättring, nr. 3, 1947.
- Ohlson, Nils-Erik: Täckdikning med maskin av gräv-hjulstyp. Grundförbättring nr. 3, 1949/50.
- Olsen, Martin: Nyere Forskningsresultater indenfor Drænteknikken. Hedeselskabets tidskr. nr. 5. 1944.
- " Jords vandkapital. Særtrykk av Hedeselsk. tidskr. 1948 og 1949.
- " Problemer vedrørende afgrødernes vandforsyning på nogle jyske jorder. Tidskr. for Landøkonomi, nr. 2. 1951.
- Person, Sverker och Ohlson, Nils-Erik: Täckdikning med gräv-maskin av grävskopetyp. Medd. 215. Jordbrukstekn. Inst.
- Schleidermann Larsen, C.V.: Det kulturtekniske Arbejde i Danmark under og efter den sidste Verdenskrig. Grundförbättring nr. 2, 1948.
- Stenberg, M.: Gisselåsmýrens sättning under tioårsperioden 1922-32. Særtrykk ur Lantbruksveckans handlingar, 1935.
- Schroeder, G.: Landwirtschaftlicher Wasserbau. Berlin 1950.  
Maskinell täckdekning. Uppsala 1950.
- Ødelien, M. og Vidme, T.: Lysimeterforsøk på Ås 1938-43. Meld. nr. 29, Norges Landbrukshøgskoles Jordkulturforsøk.

Ødelien, M. og Uhlen: Lysimeterforsøk på Is 1938-49.

Norges Landbrukshøgskoles Jordkulturforsøk.

Wäre, M.: Über die Wasserverhältnisse des Bodens und die Erträge von Kulturpflanzen auf dem Wasserwirtschaftlichen Versuchsfeld Maasoja in den Jahren 1939-1944. Helsinki 1947.

